

Aus der konservierenden Abteilung

(Leiter: Prof. Dr. Josef Kluczka)

der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kiefer-
krankheiten (Direktor: Prof. Dr. Dr. Martin Herrmann)

der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

KLINISCHE UNTERSUCHUNGEN ÜBER
DIE KARIESHEMMENDE WIRKUNG
FLUORHALTIGER ZAHNPASTA.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde

der

Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

vorgelegt von

Carl ~~Kraut~~

Zahnarzt aus ~~Gleiwitz~~ O/S

Mainz 1957

Aus der konservierenden Abteilung

(Leiter: Prof. Dr. Josef Kluczka)

der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kiefer-
krankheiten (Direktor: Prof. Dr. Dr. Martin Herrmann)

der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

KLINISCHE UNTERSUCHUNGEN ÜBER
DIE KARIESHEMMENDE WIRKUNG
FLUORHALTIGER ZAHNPASTA.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde

der

Johannes Gutenberg-Universität in Mainz



vorgelegt von

Carl Kraut

Zahnarzt aus Gleiwitz O/S

Mainz 1957

Dekan : Prof. Dr. K ö t t g e n

Referent : Prof. Dr. K l u c z k a

Datum des Diploms 24. Juli 1957

I n h a l t s a n g a b e

	Seite
Einleitung	1
I. Vorliegende Ergebnisse über die Wirksamkeit fluorierter Zahnpflegemittel	2
II. Beschreibung der untersuchten Gruppen und der Untersuchungsmethode	8
III. Bewertung der Karies	13
IV. Die einzelnen Untersuchungsergebnisse und ihre Zusammenfassung	21
V. Die statistische Prüfung	33
VI. Diskussion	60
VII. Zusammenfassung	65
Literaturverzeichnis	67
Lebenslauf	71

E i n l e i t u n g

D e a n , der im Jahre 1939 erstmalig systematisch den Zusammenhang zwischen Zahnkaries und Fluorgehalt des Trinkwassers untersuchte, konnte feststellen, dass ein höherer Fluorgehalt des Trinkwassers in gewissen Grenzen einen niedrigeren Stand der Zahnkaries bewirkt. In den folgenden Versuchen wurde fluorarmes Trinkwasser mit Fluor angereichert und nachgewiesen, dass dadurch die Karies vermindert werden kann (1). Seither nimmt das Fluorproblem innerhalb der Kariesprophylaxe einen breiten Raum ein.

Bereits vorher (1938) fanden A r m s t r o n g und B r e c k h u s einen Unterschied im Fluorgehalt kariöser und gesunder Zähne. Im gleichen Jahr wies M i l l e r im Tierversuch nach, dass durch örtliche Fluoridapplikation eine Karieshemmung erzielt werden kann. V o l k e r (1939) zeigte im Laboratoriumsversuch, dass der fertig ausgebildete Schmelz Fluor aus einer Fluoridlösung aufnehmen kann und dann weniger säurelöslich ist (1). Diese Erkenntnisse führten zum zweiten Teilgebiet innerhalb des Fluorproblems, der lokalen Fluoridapplikation. Und in der Tat wurde durch Behandlung mit Kalium-, bzw. Natriumfluoridlösungen der Kariesbefall bei Kindern um etwa 40% verringert (2).

Die Dissertationen von S t e i n (3) und B e c k e r (4) jedoch zeigten, dass die Kariesreduktion mittels

Fluor nicht nur in der Stärkung der Zahnhartsubstanz ihre Ursache haben kann, sondern dass auch die Wachstums-
hemmung der die Karies bewirkenden Gärungsbakterien beachtet werden muss.

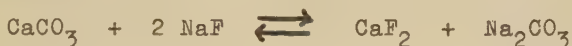
I. Vorliegende Ergebnisse über die Wirksamkeit fluorierter Zahnpflegemittel.

Gleichzeitig mit dem Versuch, Fluoride dem Zahn durch eine zahnärztliche Behandlung zuzuführen, wie es beispielsweise durch Touchierung mit Natriumfluorid geschieht, wurden auch Versuche unternommen, Fluoride den Zahnpflegemitteln zuzufügen, um die Sorge der Kariesprophylaxe auf die zu schützenden Personen zu übertragen. Jedoch zeigten die klinischen Versuche am Patienten, denen sich besonders B. G. B i b b y widmete (5), anfangs keine positiven Ergebnisse mit Ausnahme der von M c . C l e n d o n und F o r s t e r (1947), die bei zwei Gruppen, die sich mit fluorhaltigem Zahnpulver ihre Zähne putzten, nach einem Jahr pro Person 0,50 bzw. 0,57 neue kariöse Herde fanden, gegenüber einer Kontrollgruppe ohne fluorhaltiges Pulver mit 1,50 pro Person (1).

K n a p p w o s t (6) führt aus, dass es gar nicht verwunderlich sei, wenn bisher noch keine überzeugenden Ergebnisse über fluorhaltige Zahnpasten vorliegen.

Seiner Meinung nach sind die Fluorkonzentrationen bisher immer zu niedrig gewesen. Des weiteren wird nachgewiesen, dass gegenüber der von G e r i c k e / K u r m i e s (7) und S a u e r w e i n (8) sowie auch M i n o g u c h i (9) vertretenen Meinung Fluorionen in calciumcarbonathaltigen Zahnpasten durchaus nicht vollständig zu schwerlöslichem Calciumfluorid gebunden werden. Das geschieht durch Berechnung chemischer Gleichgewichte. Wörtlich heisst es:

" Die Reaktion



führt zu einem Gleichgewicht, das im wesentlichen durch die Löslichkeit der beiden schwerlöslichen Stoffe Calciumcarbonat und Calciumfluorid bestimmt wird. Calciumcarbonat, das in der Kreide praktisch immer die Raumgitterstruktur des Kalkspats zeigt, hat nach Literaturangaben bei 18° C eine Löslichkeit in reinem Wasser von $1,3 \cdot 10^{-2}$ g/Liter, gefälltes Calciumfluorid eine solche von $1,8 \cdot 10^{-2}$ g/Liter. Aus diesem Grunde läuft die Reaktion im Sinne der Bildung von Calciumfluorid nicht vollständig ab. Trotz der wenigen von der Löslichkeit des CaCO_3 herrührenden Calciumionen wird durch die vielen Fluorionen des Natriumfluorids das Löslichkeitsprodukt des CaF_2 überschritten, so dass CaF_2 ausfällt. Die bei der Reaktion sich bildenden CO_3 -Ionen belasten aber das Löslichkeitsprodukt des Calciumcarbonats v or, so dass schliesslich nicht mehr

genügend Ca-Ionen in Lösung gehen, um mit den vielen Fluorionen das Löslichkeitsprodukt des CaF_2 zu überschreiten. Die Reaktion führt also zu einem Gleichgewicht, dessen Lage experimentell bestimmt werden kann."

Die Experimente zeigten deutlich, dass die übrigbleibende Natriumfluoridmenge proportional mit der Wurzel aus dem Flüssigkeitsvolumen zunimmt und durch zusätzliche Carbonationen gesteigert werden kann. So werden relativ hohe Fluorionenkonzentrationen in Calciumcarbonatpasten in Lösung gehalten. Ferner konnte gezeigt werden, dass sich das Gleichgewicht praktisch sofort mit der Verdünnung durch Speichel und Mundspülwasser einstellt, was für den Putzeffekt von eminenter Bedeutung ist.

Die Untersuchungen von Eichler und Appel führten zum Aufbau der BIOX-FLUOR-Zahnpasta (10).

Sie benutzten eine calciumcarbonathaltige Paste.

Besonderes Augenmerk schenken sie dem Problem, wie die Reagibilität des Fluorions in der Paste erhalten, bzw. erhöht werden kann. Das gelang mit Hilfe von Ammoncarbonat, das, als Puffer wirkend, die Löslichkeit des CaCO_3 herabsetzt. Als fluorhaltige Verbindung wurde Monoäthanolammoniumhydrofluorid verwandt, das sich durch seine Oberflächenaktivität auszeichnet.

Diese beiden Momente verstärken den Einbau des Fluorids in die Zahnschmelze. Im Laboratoriumsversuch wurden 10 g

pulverisierte Zahnschubstanz mit dieser fluorhaltigen Lösung geschüttelt. Hier konnte gezeigt werden, dass das Fluorion tatsächlich aus dieser Lösung gebunden wird und der Zusatz von Ammoncarbonat diese Verbindung erhöht.

Der nächstliegende Schritt war, den Einbau des Fluorids in die Zahnschubstanz bei dem üblichen Putzen nachzuweisen. Zu diesem Versuch (11) dienten fünf junge Hunde mit voll entwickeltem Milchgebiss. Diesen Hunden wurden täglich die Zähne mit 0,25 - 0,5 g Paste (0,5 - 1,0 mg F) geputzt. Die Milchzähne wurden kurz bevor sie ausfallen wären entfernt. Die Behandlung dauerte 30 - 100 Tage. Zur Kontrolle wurden weitere sechs Hunde herangezogen, die sich unter den gleichen Bedingungen der Umwelt und der Ernährung befanden. Zur Untersuchung gelangten die obersten Schichten der rechtzeitig entfernten Zähne, da diese Zahnpasta nur von aussen einwirken kann und daher nur der Fluorgehalt dieser Schichten interessiert. Die aus Analysen gewonnenen Werte bezeugten einen höheren Fluorgehalt der geputzten Zähne gegenüber den ungeputzten.

P a l l a z z i (12) gelang es, den Einbau von Fluor in die Zahnschubstanz auf histologischem Wege nachzuweisen. Er stellte morphologische Veränderungen an mit Fluor-Zahnpasten in Berührung gekommenen Zähnen fest. Die Veränderung liegt in der Transparenz, wobei

die mit Fluor-Zahnpasten behandelten Zähne undurchsichtiger sind als die nicht behandelten. Die gleichen Erscheinungen von Undurchsichtigkeit fanden sich bei Zähnen von Bewohnern von Gegenden, in denen das Wasser auf natürliche Weise bis zum Optimum fluoriert ist, nur mit dem Unterschied, dass bei ersteren Zähnen vorwiegend die Oberfläche verändert war, dagegen bei letzteren mehr das tiefer liegende Zahnbein.

F r a n k (13) konnte dieselben morphologischen Veränderungen beobachten, als er eine Zahnhälfte der Fluorierung durch Natriumfluorid aussetzte und sie mit der nicht-fluorierten Hälfte verglich.

Nun liegen auch neuere amerikanische Ergebnisse über fluorhaltige Zahnpasten im klinischen Versuch vor. M u h l e r, R a d i k e, N e b e r g a l l und D a y gelangten in mehreren Grossversuchen zu Ergebnissen, die starke Kariesrückgänge verzeichneten. So konnten sie bei Studenten eine Kariesreduktion erzielen, die zwischen 50 % und 55 % liegt (14). In einem weiteren Versuch mit Kindern stellten sie eine zwischen 51 % und 49 % liegende karieshemmende Wirkung fest (15). In beiden Untersuchungen wurde als Fluorverbindung Zinnfluorid verwandt. Fernerhin wurde die antikariogene Wirkung des Zinnfluorids und des Natriumfluorids in Zahnpasten bei Kindern zwischen 6 und 15 Jahren verglichen (16). In der gleichen Zahnpastengrundsubstanz

befanden sich entweder 1000 ppm Natriumfluorid oder 1000 ppm Zinnfluorid. Während das Zinnfluorid wiederum eine statistisch gesicherte Reduktion der Karies, die diesmal zwischen 36 % und 45 % gegenüber einer Kontrollgruppe liegt, erkennen lässt und damit die vorherigen Ergebnisse bestätigt, zeigt das Natriumfluorid nur eine sehr geringe nicht gesicherte Abnahme der Karies.

W e l l o c k und B i b b y (17) konnten mit einer 0,1 % Natriumfluorid enthaltenden Calciumphosphatzahnpasta ebenfalls keine klinischen Erfolge feststellen.

Die Giftwirkung von Fluoriden darf nicht ausser Acht gelassen werden, wenn man Zubereitungen mit Fluoriden, wie die BIOX-FLUOR-Zahnpasta eine ist, dem Patienten zur unkontrollierbaren Verwendung in die Hand gibt.

Auch mit dieser Frage setzten sich E i c h l e r und A p p e l mit B u r s c h e l auseinander (18).

In ihren Versuchen bedienten sie sich wieder der BIOX-FLUOR-Zahnpasta. Es wurden aus Analysen des zum Ausspülen verwandten Wassers der Verbrauch der Fluormengen bestimmt. Die Nachspülung wurde so vorgenommen, wie es bei den Patienten sonst üblich war. Allerdings wurde darauf geachtet, dass auch die um den Mund verschmierten Mengen, sowie die in der Bürste verbliebenen Reste zur Analyse gelangten. Das Ergebnis demonstriert, dass nur 20 % des verabreichten Fluors eventuell zur Resorption gelangten. Berücksichtigt man, dass zweimal

täglich die Zähne geputzt wurden mit einem gesamten Pastenverbrauch von $1 \text{ g} = 2 \text{ mg F}$, so käme etwa eine Zufuhr von $0,4 \text{ mg F}$ pro Tag in Betracht. Diese Menge liegt aber weit unterhalb einer möglichen Schädigung bei chronischer Einwirkung, so dass keinerlei Bedenken von dieser Seite aus gegen die Anwendung der BIOX-FLUOR-Zahnpasta bestehen.

M. c. Clendon und Forster (1) haben in Selbstversuchen die Unschädlichkeit des natürlichen fluorhaltigen Gesteinsphosphates beim eventuellen Verschlucken bewiesen. Sie nahmen 2 bis 3 Jahre täglich $1 - 2 \text{ g}$ Gesteinsphosphat ein (in $1,5 \text{ g}$ Gesteinsphosphat waren $46,5 \text{ mg}$ Fluor enthalten). Davon wurden $36,6 \text{ g}$ durch die Fäzes und 10 mg pro Tag im Urin ausgeschieden. Eine Zunahme der Röntgendichte des Knochens erfolgte nicht. Körperliche Störungen waren nicht vorhanden.

II. Beschreibung der untersuchten Gruppen und der Untersuchungsmethode.

Mit unseren eigenen Untersuchungen war beabsichtigt, eine Aussage über die karieshemmende Wirkung einer fluorhaltigen Zahnpasta bei einer rein klinischen Beobachtung zu gewinnen. In Gebrauch kam eine fluorhaltige Zahnpasta des Handels, die BIOX-FLUOR-Zahnpasta, in der, wie bereits oben erwähnt wurde, in 1 g Paste 2 mg F

enthalten sind. Zur Untersuchung dienten uns 109 Insassen von drei verschiedenen Kinderheimen. Diese gliederten sich wie folgt auf:

Heim A :	23	Insassen	im	Alter	von	7	-	15	Jahre	
Heim B :	39	"	"	"	"	"	2,5	-	6	"
Heim C :	47	"	"	"	"	"	7	-	15	"

Die Heiminsassen waren durch die Jugendfürsorgeämter aus sozialen und erzieherischen Gründen in die Heime eingewiesen worden. Die Kinder stammten überwiegend aus Familien, deren Eltern im Gefängnis sassen, aus zerütteten Ehen, oder sie waren unehelich, so dass eine geordnete Erziehung im Elternhaus nicht möglich erschien. So kann man wohl sagen, dass alle Kinder ungefähr dem gleichen sozialen Milieu entstammten. Die Insassen der Heime A und B erhielten die BIOX-FLUOR-Zahnpasta, die von Heim C als Kontrollgruppe die gleiche Zahnpasta ohne Fluorzusatz. Nachdem die sich gerade in Benutzung befindenden Zahnpasten oder Zahnpulver dem Gebrauch entzogen worden waren, wurden die obengenannten Zahnpasten sowohl den Kinderheimen mit den Fluorgruppen als auch dem mit der Kontrollgruppe ohne Fluor in ausreichender Menge kostenlos zur Verfügung gestellt. Dadurch wurde erreicht, dass alle drei Gruppen zu jeder Zeit gleich viel Zahnpasta zur Verfügung hatten und nicht etwa aus Sparsamkeit, die derartigen Heimen gelegentlich zu eigen sein könnte, zu wenig Paste gebrauchen. Somit wurde eine

Fehlerquelle ausgeschaltet, die sonst das Ergebnis hätte stören können, da durch verschiedenen Verbrauch des Zahnpflegemittels eventuell auch verschiedene Grade des Kariesbefalls zu verzeichnen wären.

Fernerhin wurden die Heimleiter und Heimerzieher aller Heime in gleicher Weise unterrichtet, wie die Zähne zu putzen seien, um überall die gleiche Art und Intensität des Putzens zu haben. Es wurde nach der von C h a r t e r s angegebenen Methode geputzt (19). Auf der Kaufläche wurde die Bürste parallel angesetzt, die Aussen- und Innenseiten der Zahnhälse wurden horizontal gebürstet und die Interdentalräume durch rotierende gegen die Kronen gerichtete Bewegungen gesäubert. Der Putzvorgang dauerte etwa drei Minuten. Danach wurde gespült und darauf geachtet, dass nach Möglichkeit nichts von der Paste verschluckt wurde. Die Zusicherung der Überwachung ist mehrfach gegeben worden. Die Kinder putzten also zweimal täglich, früh und abends, nach den Mahlzeiten ihre Zähne.

Wir beschränkten uns bei diesen Versuchen bewusst auf Kinderheime, weil hier die Gewähr gegeben ist, dass sich die Kinder erstens tatsächlich die Zähne putzen und zweitens die zur Verfügung gestellten Zahnpasten auch wirklich gebrauchen. Wir nahmen bewusst Abstand von Untersuchungen in Schulen oder Jugendgruppen, deren Angehörige im Elternhaus leben, wo erfahrungsgemäss oft verschiedene Zahnreinigungsmittel gleichzeitig oder

abwechselnd in Benutzung sind und dadurch Fehlerquellen durch Interesselosigkeit oder Nachlässigkeit nicht zu vermeiden gewesen wären. Allerdings haben Heime, speziell von der Art, wie wir sie in Kontrolle hatten, den Nachteil, dass die Belegschaft wechselt. So verblieben uns von anfänglich über 200 untersuchten Kindern bis zur Schlussuntersuchung nur die bereits oben genannten 109 Insassen.

Die Untersuchung war rein klinisch, da wir ein klinisches Bild von der Wirkung der Zahnpasten gewinnen wollten.

So vollzog sich die Untersuchung nach Trocknen der Zähne mit Watte und Luftbläser mittels Spiegel, sehr spitzen geraden Sonden, Häkchensonden und Seidenfaden. Man mag dem entgegenhalten, dass bei dieser Art der Untersuchung Fehler insofern auftreten können, als kleinere kariöse Defekte im Approximalraum übersehen werden könnten, die dagegen im Röntgenbild durchaus in Erscheinung treten. Wir jedoch meinen, dass das ausser Acht gelassen werden kann, da dieser Fehler, wenn er überhaupt auftritt, bei allen Gruppen im gleichen Umfange zu verzeichnen wäre und so für die Auswertung kaum eine entscheidende Bedeutung haben dürfte.

Bei der Grunduntersuchung wurde der Gebissbefund eingehend notiert. Es wurden jedoch nicht gleich nach der ersten Untersuchung die Zahnpasten ausgegeben, wie es z.B. W i n k l e r, B a c k e r D i r k s und A m e r o n - g e n bei ihren Untersuchungen mit einer fluorierten

Zahnpasta - allerdings mit negativem Erfolg - gemacht haben (20). Jene hatten ihre Kinder, an denen sie ihre Untersuchungen durchführten, unter den gleichen Umwelts- und Ernährungsbedingungen. Da das für unsere Kindergruppen nicht eindeutig zutraf - sie befanden sich an weit auseinanderliegenden Orten - waren wir bemüht, erst einmal den physiologischen Karieszustand zu erforschen, um aus einer eventuellen Abweichung nach Beginn der Putzaktion unsere Schlüsse zu ziehen. Es wurden also erst einmal alle Kinder 7 bzw. 7,5 Monate lang beobachtet, wobei sie ihre Zahnpflege mit den herkömmlichen Putzmitteln, aber schon nach unseren Anweisungen, betrieben. Die kariösen Herde liessen wir sofort nach der Grunduntersuchung möglichst restlos behandeln. Das geschah in der freien Praxis. Hierin liegt ein gewisser Unsicherheitsfaktor, da die Sanierung in verschiedenen Praxen erfolgte nach Gutdünken des jeweils behandelnden Zahnarztes. So z.B. wurden in einigen Fällen tiefer kariöse Milchzähne aus naheliegenden Gründen oft nicht mit Füllungen versehen. Entfernt wurden sie aber vorerst auch nicht, um als Platzhalter für die bleibenden Zähne stehen zu bleiben. Ebenso wurden Verfärbungen nur selten therapeutisch angegangen. Nach den folgenden Untersuchungen dagegen liessen wir nurmehr sogenannte offene kariöse Defekte sanieren, bei denen die Gefahr einer irreversiblen Schädigung der Pulpa bestand.

Nach 7 bzw 7,5 Monaten wurde die zweite Untersuchung

durchgeführt, in der wiederum ein genauer Befund aufgenommen wurde. Bei dieser Untersuchung sowie allen folgenden führte ein zweiter Kollege das Protokoll. Auf diese Weise sollte verhindert werden, dass der Untersuchende durch einen Blick in die Kartei nicht etwa unbewusst zu einer günstigeren Beurteilung des Befundes verleitet wird. Vergleichsweise wurde nun der Zuwachs, bzw. das Weiterschreiten der Karies ermittelt. Jetzt erst wurden die Zahnpasten in der oben angeführten Art verteilt und die Kinder für weitere 6 Monate beobachtet, wobei in dem Heim A eine Zwischenuntersuchung nach 3 Monaten und im Heim C eine nach 4 1/2 Monaten stattfand. Die Auswertung wurde ebenfalls durch Vergleich der Untersuchungsergebnisse vorgenommen.

III. Die Bewertung der Karies.

Bei den Untersuchungen wurden sämtliche Schäden genau in ihren Ausmassen notiert. Es wurden also nicht nur jene kariösen Herde in der Kartei festgehalten, die als offene Defekte in Erscheinung treten, sondern auch sämtliche Verfärbungen, die ja als beginnende, chronische oder insistierende Karies bezeichnet werden. Aus diesem Grunde teilten wir den Befund in zwei Gruppen auf, in Verfärbungen und Defekte. Diese wiederum wurden nochmals unterteilt. Bei den Verfärbungen unterschieden wir beginnend und fortgeschritten, bei den Defekten

punktförmig und grösser als punktförmig. Als beginnende Verfärbung wurden sämtliche, auch noch so kleinen, gerade erkennbaren Farbbänderungen bezeichnet (21, 22). Bei diesen Prozessen liess sich im allgemeinen nur eine sehr geringe Änderung in Beziehung auf die Glätte feststellen. War die Intensität der Farbbänderung stärker und ein Verlust der Glätte feststellbar, so wurde diese Schädigung als fortgeschrittene Verfärbung diagnostiziert. Als punktförmige Karies wurden die Defekte bezeichnet, bei denen zu der Farbbänderung der Verlust der Härte der Zahnschubstanz hinzukam (23). Beim Abtasten mit der Sonde blieb sie dann in der Fissur hängen. Dasselbe gilt für die Oberflächenkaries. Hier wurden ausserdem auch die Befunde eingereiht, bei denen sich durch Ausübung von Druck mit der Sonde gegen die Verfärbungen der Oberfläche erst artifiziell ein punktförmiger Defekt erzielen liess. Alle weiteren Defekte, die grösser als punktförmig waren, wurden in die vierte Gruppe eingereiht. Wir unterliessen es, weitere Stadien der Karies zu benennen, da für unsere Untersuchungen nur der Weg bis zum einwandfrei offenen Herd interessierte.

Die Abb. 1 demonstriert vier Zähne, die die entsprechenden sicht- und tastbaren Symptome in den Fissuren aufweisen. Von links nach rechts sehen wir beginnende Verfärbung, fortgeschrittene Verfärbung, punktförmiger

Defekt und einen grösser als punktförmigen Defekt.

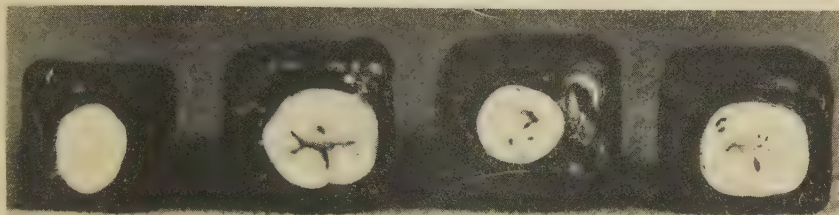


Abb. 1

Jede Karies wurde immer nach ihrem weitgehendsten Ausmass beurteilt. Zeigte sich z. B. innerhalb eines abgrenzbaren Bezirks mit einer vorwiegend fortgeschrittenen Verfärbung ein punktförmiger Defekt, so wurde diese Karies in die dritte Gruppe eingereiht. Oder war z. B. innerhalb einer Fissur mit beginnender Verfärbung ein vergrösserter Defekt festzustellen, so wurde der Schaden der vierten Gruppe zugeteilt.

Befanden sich an einem Zahn mehrere Kariesstellen, so wurde jede für sich nach ihrem Ausmass beurteilt. Voraussetzung war allerdings, dass die verschiedenen Herde nachweisbar nicht miteinander zusammenhingen. Dort, wo Übergänge von einem zum anderen Defekt offen zu Tage traten oder wo sie erfahrungsgemäss wahrscheinlich waren, wurde nur einmal bewertet. So wurde z. B. eine Verfärbung in den Fissuren der Kaufläche und der buccalen Fläche, wenn sie durchlief, nur als *e i n e*

Schädigung bewertet. Dabei war es nicht notwendig, dass die Verfärbung überall die gleiche Intensität aufwies. Dagegen wurden z.B. zwei Läsionen, die auf derselben Fläche lagen, wie es bei oberen Molaren auf der Kaufläche häufiger der Fall war, und durch den transversalen Schmelzwulst getrennt waren sowie eindeutig nicht miteinander im Zusammenhang standen, als *zwei* verschiedene Kariesstellen diagnostiziert.

Da die einzelnen Stadien jeweils ein verschieden grosses Ausmass an Karies haben und um eine zusammenfassende Beurteilung sowie graphische Darstellung des gesamten Kariesprozesses zu ermöglichen, führten wir für jede Gruppe bestimmte Zahlenwerte ein. Die beginnende Verfärbung wurde mit zwei, die fortgeschrittene mit fünf, die punktförmige Karies mit zehn und die grössere Karies mit fünfzehn Punkten bewertet.

Zur Kontrolle dieser gewählten Bewertungsreihe wurden von den in Abb. 1 gezeigten Zähnen Schliffe hergestellt. An ihnen können wir das ungefähre Verhältnis des Zerstörungsgrades innerhalb der Gruppen ablesen und die Zahlenreihe rechtfertigen.

Abb. 2 zeigt den Zahn mit der beginnenden Verfärbung in der Übersicht, Abb. 3 eine Vergrösserung der Fissur. Es handelt sich um eine Schmelzkaries. Die Schmelzdentingrenze unter der Fissur ist etwas verbreitert. Ein Über-

greifen des Prozesses auf das Dentin ist nicht deutlich nachweisbar.



Abb. 2

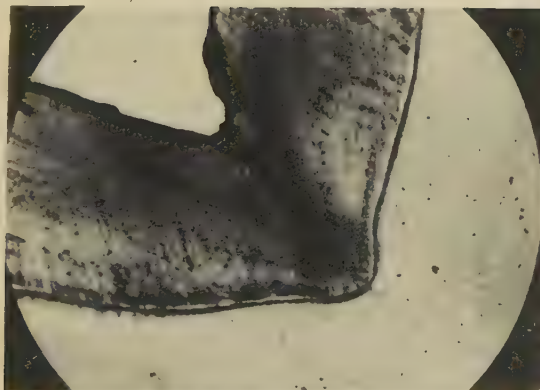


Abb. 3

Bei der fortgeschrittenen Farbänderung (Abb. 4 und Abb. 5) erkennt man eine grössere birnenförmig ausgestülpte

Karies im Schmelz. Bei diesem Stadium beginnt der auflösende Kariesprozess mit seinen ersten Symptomen auf das Dentin überzugreifen.

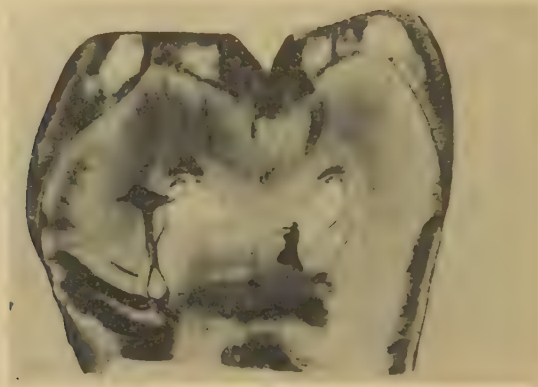


Abb. 4

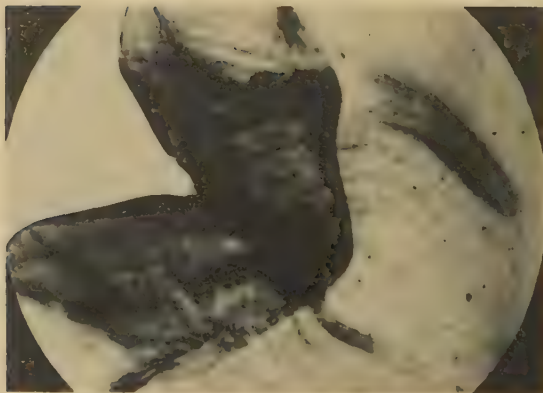


Abb. 5

Abb. 6 und Abb. 7 illustrieren die Verhältnisse bei der

punktförmigen Karies. Der aus der Auflösung der Zahnschubstanz resultierende Defekt, der bei der Abb. 1 (3. Zahn von links) in der Aufsicht nicht ganz so klar herauskommt, ist gut sichtbar. Das Dentin ist schon jetzt in breiterem und tieferem Ausmass als bisher vom Geschehen beeinflusst.

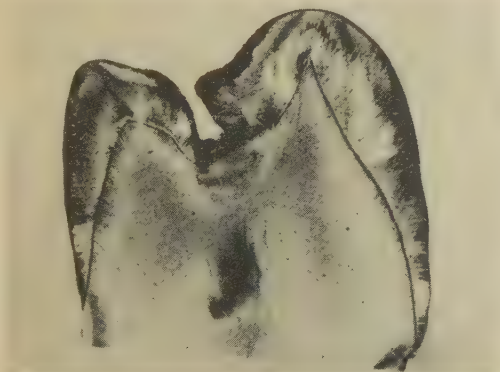


Abb. 6



Abb. 7

Beim letzten Stadium (Abb. 8 und Abb. 9) hat die Auflösung auch das Dentin erfasst. Die Schmelzpartien sind unterminiert. Die Fernwirkung der Bakterien im Dentin zeichnet sich bis zum Pulpdach ab.

Die Auswertung durch das genannte Zahlenschema ging so vor sich, dass neu entstandenen Läsionen mit der ent-



Abb. 8



Abb. 9

sprechenden Zahl benannt wurden. Beim Fortschreiten eines bereits vorhandenen Schadens wurde die Differenz von dem neuen Schaden zum alten errechnet. Die gewonnenen Werte wurden dann addiert, so dass wir für jeden Patienten eine Zahl erhielten, die die Gesamtheit des Kariesgeschehens je Patient ausdrückt.

Nun gibt es aber Fälle, in denen die sicht- und tastbaren Symptome der Karies nicht immer dem vermuteten Zerstörungsumfang entsprechen. Hierbei ist in erster Linie an die unterminierende Karies zu denken, bei der oft nur ein winziger äusserer Defekt sichtbar ist, die Zerstörung aber schon weitgehendst fortgeschritten ist. Auf der anderen Seite kann es vorkommen, dass ein grösser aussehender Schaden sich nur in den oberflächlichen Hartschubstanzregionen abspielt. Aus diesem Grunde und um nicht durch das vielleicht zufällige Übereinstimmen der bereits genannten Bewertungsreihe: 2, 5, 10, 15 mit den Zerstörungsausmassen der gezeigten Schliffe getäuscht zu werden, wurden sämtliche Untersuchungsergebnisse zur Kontrolle mit zwei weiteren Bewertungsreihen berechnet. Es sind die Reihen: 7, 10, 15, 25 und 3, 10, 13, 20.

IV. Die einzelnen Untersuchungsergebnisse und ihre Zusammenfassung.

Die vorliegenden Ergebnisse wurden unter Berücksichtigung der Progredienz ermittelt. Die Einzelwerte stehen in den beiliegenden Zahlenkolonnen. In der ersten Kolonne steht also der Befund der nach der Sanierung neu aufgetretenen sowie der aus vereinzelt bereits bestehenden Defekten weiterentwickelten Karies.

Die zweite Kolonne enthält die Summe der ersten Kolonne und des neuen Kariesgeschehens. In gleicher Weise zeigt die dritte Kolonne, falls vorhanden, die Summe der vorhergehenden und nochmals neuen Kariesmenge. Die einzelnen Werte jeder Kolonne wurden nun addiert. Die errechnete Summe wurde durch die Zahl der Kinder dividiert. So erhielten wir einen Mittelwert an Karies je Kind in dem jeweiligen Zeitabschnitt. Der Mittelwert selbst wurde anschliessend durch die Anzahl der Monate geteilt. Dadurch gelangten wir zu einem monatlichen mittleren Karieswert je Kind, der als "Progredienzwert" über das Fortschreiten der Karies Auskunft gibt. Die Skizze Nr. 1 veranschaulicht den auf diese Weise errechneten Verlauf der Karies. In leicht verständlicher Art wird so eindrucksvoll und deutlich der verschiedene Ablauf der Karies in den verschiedenen Heimen demonstriert. Wir sehen, dass in den Heimen A und B, in denen die Kinder die BIOX-FLUOR-Zahnpasta gebrauchten, im Gegensatz zu Heim C, deren Insassen sich mit einer Zahnpasta ohne Fluor die Zähne putzten, der Kariesablauf augenfällig verschieden ist. In den Heimen A und B geht zwar die Karies auch weiter, sie verbleibt aber praktisch auf der einmal erreichten Progredienz, während im Heim C die Progredienz ansteigt, d.h., dass sich die Karies - wie allgemein bekannt - ohne Behandlung schneller und schneller ausbreitet. Bemerkenswert ist weiter-

Bewertungsreihe: 2, 5, 10, 15

Heim A

Heim B

7,5 Mte. 10,5 Mte. 13,5 Mte.

7,5 Mte. 13,5 Mte

31	53	61
27	29	29
33	35	43
8	13	--
4	18	22
0	0	0
22	24	24
37	45	65
7	7	13
62	100	117
63	93	100
10	23	30
32	65	81
22	22	22
0	0	4
53	123	131
14	32	44
13	15	15
44	67	77
2	2	14
53	53	63
25	36	62
37	51	--
599	906	1017

0	0
12	12
2	4
2	2
0	0
5	5
0	0
8	26
0	0
0	0
10	13
0	0
0	0
4	12
2	2
2	2
0	0
11	14
0	2
6	16
4	6
0	4
4	4
0	0
2	35
45	52
0	0
2	4
4	14
2	4
0	9
21	21
0	6
6	8
0	0
2	2
10	14
0	4
0	0

166 297

Mittelwert je Kind:

4,25 7,6

Monatl. Mittelwert je Kind:

0,6 0,6

Mittelwert je Kind:

26,0 39,3 48,4

Monatlicher Mittelwert
je Kind:

3,5 3,7 3,6

Bewertungsreihe : 2, 5, 10, 15

Heim C

<u>7 Mte.</u>	<u>11,5 Mte.</u>	<u>13 Mte.</u>	<u>7 Mte.</u>	<u>11,5 Mte.</u>	<u>13 Mte.</u>
9	25	25	12	44	56
10	22	32	24	36	36
31	42	57	4	16	18
12	40	40	47	68	91
32	32	49	17	52	64
14	53	75	26	91	--
2	--	9	17	22	30
10	63	74	15	24	39
17	35	42	3	--	9
18	43	49	24	91	98
25	55	81	17	29	39
10	52	52	14	42	44
2	6	18	18	44	--
28	49	49	14	53	53
2	18	--	15	28	35
28	35	37	+ 13	41	44
22	32	50	-----		
0	24	39	280	681	656
17	51	51	+ 496	1168	1386
2	23	38	-----		
34	75	75	776	1849	2042
19	40	45	=====		
15	46	56			
20	81	81			
30	57	57			
42	52	52			
6	--	8			
0	26	31			
12	21	41			
2	26	29			
+ 25	44	44			

496	1168	1386			

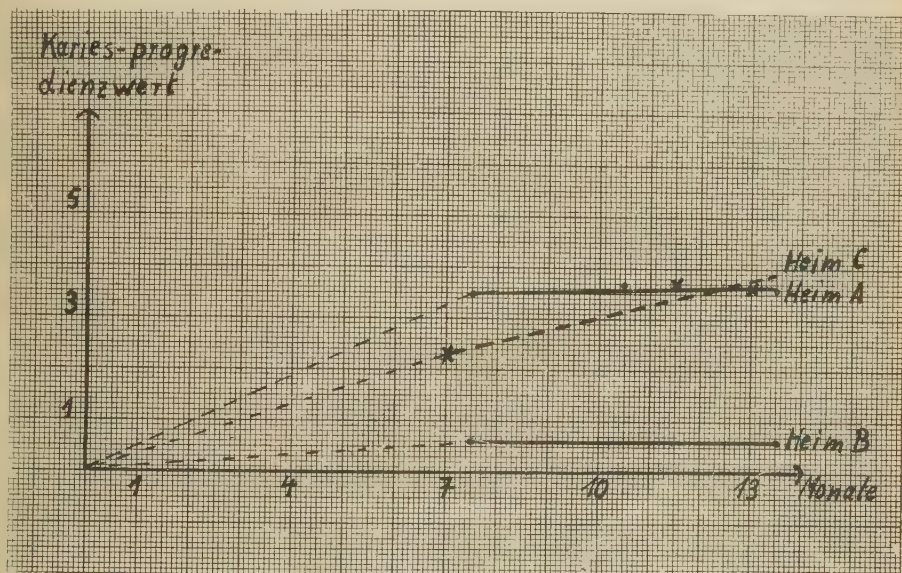
Mittelwert je Kind:

16,5 42,0 46,4

Monatl. Mittelwert je Kind:

2,3 3,7 3,6

hin, dass in den Heimen A und B nahezu derselbe Effekt erzielt wird. Im Heim B verläuft die Kariesprogredienz während der Putzaktion parallel zur Abszisse, im Heim A fast ebenso.



Skizze Nr. 1

Die einzelnen Werte von Heim A und B (mit Fluor) sind als Punkte eingezeichnet, die von Heim C (ohne Fluor) als Kreuze.

Die durch Berechnung mit der Bewertungsreihe: 7, 10, 15, 25 erzielten Ergebnisse werden in Skizze Nr. 2 dargestellt.

Bewertungsreihe: 7, 10, 15, 25

Heim A

Heim B

7,5 Mte. 10,5 Mte. 13,5 Mte

7,5 Mte. 13,5 Mte.

61	103	111
47	54	54
48	55	63
28	38	--
14	63	77
o	o	o
37	44	44
67	75	110
17	17	38
107	165	197
123	173	185
15	33	50
57	110	146
37	37	37
o	o	14
88	203	211
29	52	74
18	25	25
89	122	137
7	7	29
103	103	118
45	51	82
67	98	--

1104 1628 1802

Mittelwert je Kind:

48,0 70,8 85,8

Monatl. Mittelwert je Kind:

6,4 6,7 6,35

o	o
42	42
7	14
7	7
o	o
o	14
10	10
o	o
8	36
o	o
o	o
20	23
o	o
o	o
o	o
14	42
7	7
7	7
o	o
31	34
o	7
21	36
14	21
o	14
14	14
o	o
7	55
75	92
o	o
7	14
o	o
14	29
7	14
o	9
46	46
o	21
21	28
o	o
7	7
35	49

+

421 692

Mittelwert je Kind:

10,8 17,7

Monatl. Mittelwert je Kind:

1,4 1,3

Bewertungsreihe : 7, 10, 15, 25

Heim C

<u>7 Mte.</u>	<u>11,5 Mte.</u>	<u>13 Mte.</u>	<u>7 Mte.</u>	<u>11,5 Mte.</u>	<u>13 Mte.</u>
24	60	60	40	79	79
20	27	42	22	79	101
21	32	57	64	76	76
22	60	60	14	46	53
57	57	89	82	113	146
39	93	125	32	87	99
7	--	17	36	147	--
15	118	129	52	62	70
32	60	72	20	39	64
23	83	104	3	--	24
35	105	136	49	151	168
10	64	64	32	54	69
7	21	63	29	87	94
48	99	99	23	84	--
7	48	--	29	83	83
63	75	82	25	43	60
37	57	80	+ 38	81	84
0	49	74	-----		
32	76	76	590	1311	1270
7	53	78	+ 808	1983	2349
59	120	120	-----		
19	65	75	1398	3294	3619
25	86	101	=====		
35	131	131			
55	127	127			
59	69	69			
21	--	28			
0	51	61			
22	46	76			
+ 7	51	54			

808	1983	2349			

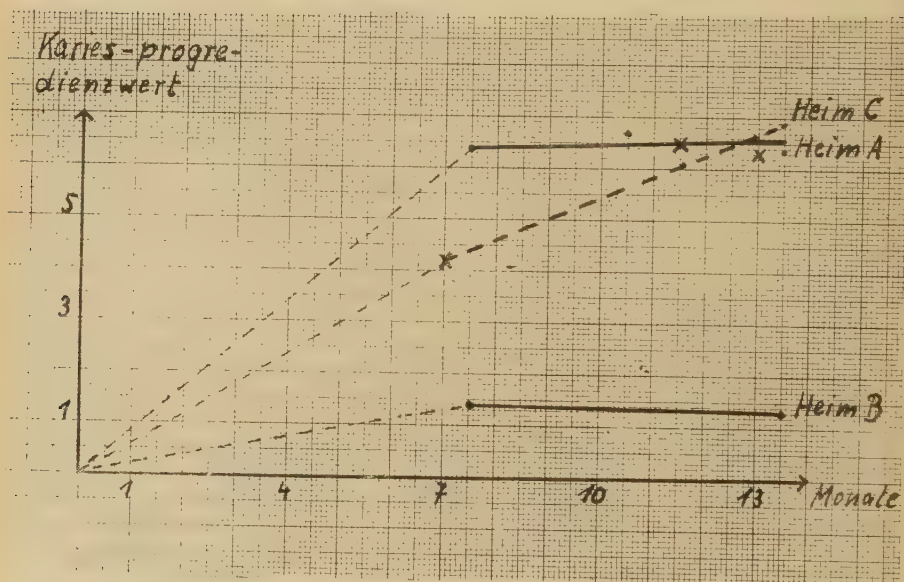
Mittelwert je Kind: •

29,6 74,9 82,2

Monatl. Mittelwert je Kind:

4,2 6,5 6,3

Sie zeigt die gleichen Ergebnisse wie die bei der vorherigen Auswertung mit der Bewertungsreihe: 2, 5, 10, 15.



Skizze Nr. 2

Die Berechnung mit der letzten Bewertungsreihe: 3, 10, 13, 20 zeigt ebenfalls keine anderen Ergebnisse als bei den beiden vorherigen. Diese letzten Ergebnisse (Skizze Nr. 3) decken sich fast mit denen der Gruppe: 2, 5, 10, 15.

Bewertungsreihe : 3, 10, 13, 20

Heim A

Heim B

7,5 Mte. 10,5 Mte. 13,5 Mte.

7,5 Mte. 13,5 Mte.

42	75	85
39	42	42
43	46	56
12	22	--
6	27	33
0	0	0
29	32	32
56	66	96
10	10	19
83	133	156
84	124	130
13	33	43
49	96	115
29	29	29
0	0	6
77	170	180
19	42	58
17	20	20
76	103	113
3	3	19
72	72	85
40	64	97
+ 53	72	--
852	1281	1414

Mittelwert je Kind:

37,0 55,7 67,3

Monatl. Mittelwert je Kind:

4,9 5,3 5,0

0	0
18	18
3	6
3	3
0	0
0	6
10	10
0	0
10	37
0	0
0	0
20	27
0	0
0	0
6	18
3	3
3	3
0	0
19	26
0	3
9	22
6	9
0	6
6	6
0	0
3	46
60	73
0	0
3	6
0	0
6	19
3	6
0	21
32	32
0	9
9	12
0	0
3	3
+ 15	21
250	451

Mittelwert je Kind:

6,4 11,6

Monatl. Mittelwert je Kind:

0,9 0,9

Bewertungsreihe : 3, 10, 13, 20

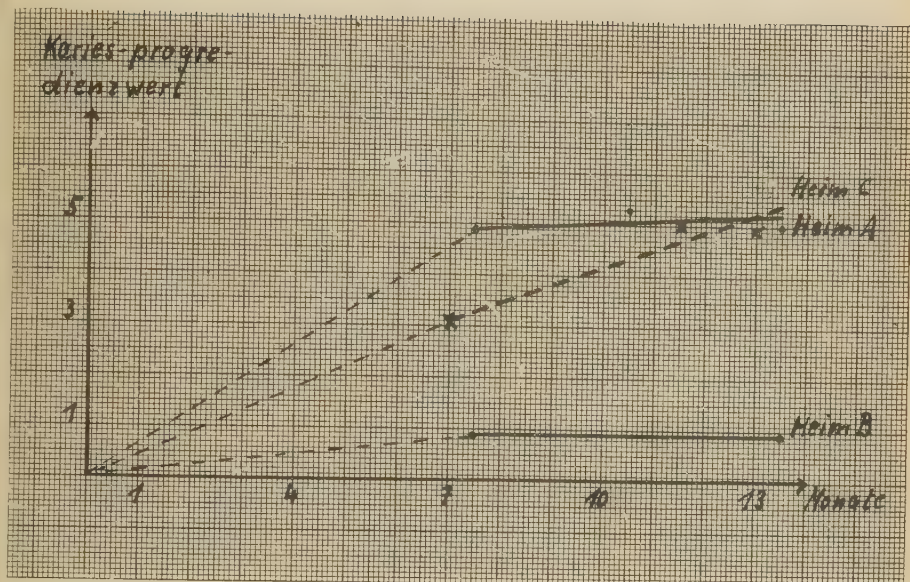
Heim C

7 Mte.	11,5 Mte.	13 Mte.	7 Mte.	11,5 Mte.	13 Mte.
16	28	28	33	59	59
14	17	30	16	59	75
9	26	46	34	62	62
16	52	52	6	29	32
43	43	66	66	100	130
23	80	102	23	69	85
3	--	16	37	123	--
13	88	105	28	38	48
23	50	56	13	22	42
20	55	64	7	--	16
26	68	101	33	131	141
6	57	57	23	39	52
3	9	27	19	57	60
35	71	71	23	66	--
3	32	--	19	70	70
42	48	51	20	37	50
29	46	69	+ 22	62	69
0	36	56	-----		
23	70	70	422	1023	991
3	32	52	+ 587	1502	1785
42	99	99	-----		
19	45	52			
20	65	78	1009	2525	2776
30	123	123	=====		
41	89	89			
57	63	63			
9	--	12			
0	42	52			
16	32	55			
3	36	43			

587	1502	1785			

Mittelwert je Kind:

21,5 57,4 63,1
 Monatl. Mittelwert je Kind:
 3,1 5,0 4,9



Skizze Nr. 3

Man gelangt also bei allen drei Berechnungen zu qualitativ gleichen Ergebnissen, die augenfällige Verschiedenheiten mit und ohne Fluor zeigen. Die Ergebnisse sind somit unabhängig von der Art der vorgenommenen Bewertung.

In der Darstellung der drei Skizzen haben wir einen tatsächlich vorhandenen Eingangswert vernachlässigen müssen, weil wegen der Berechnung der Progredienz, mittlerer Karieswert pro Monat, der Eingangswert mit "Null" eingesetzt wurde. Um auch die Eingangswerte

Eingangswerte zur Bewertungsreihe: 2, 5, 10, 15

<u>Heim A</u>	<u>Heim B</u>	<u>Heim C</u>	
0	0	5	0
2	0	26	14
0	0	2	0
0	0	4	6
0	0	0	8
0	0	43	23
0	8	0	30
4	2	18	37
20	24	22	8
0	4	7	45
96	0	14	33
2	8	18	10
12	8	0	20
4	0	28	36
8	0	0	8
20	0	22	+ 26
0	2	0	---
12	0	0	304
0	0	2	+ 381
17	0	21	---
0	0	17	
14	0	4	685
+ 2	0	12	===
---	0	36	
213	0	20	
=====	16	0	
	26	6	
	6	14	
	0	14	
	0	+ 6	
	2		
	0	381	
	8		
	0		
	0		
	0		
	0		
	0		
	0		
	+ 20		

	134		
	===		

Mittlerer Karieswert je Kind:

9,3 ----- 3,4 ----- 14,6

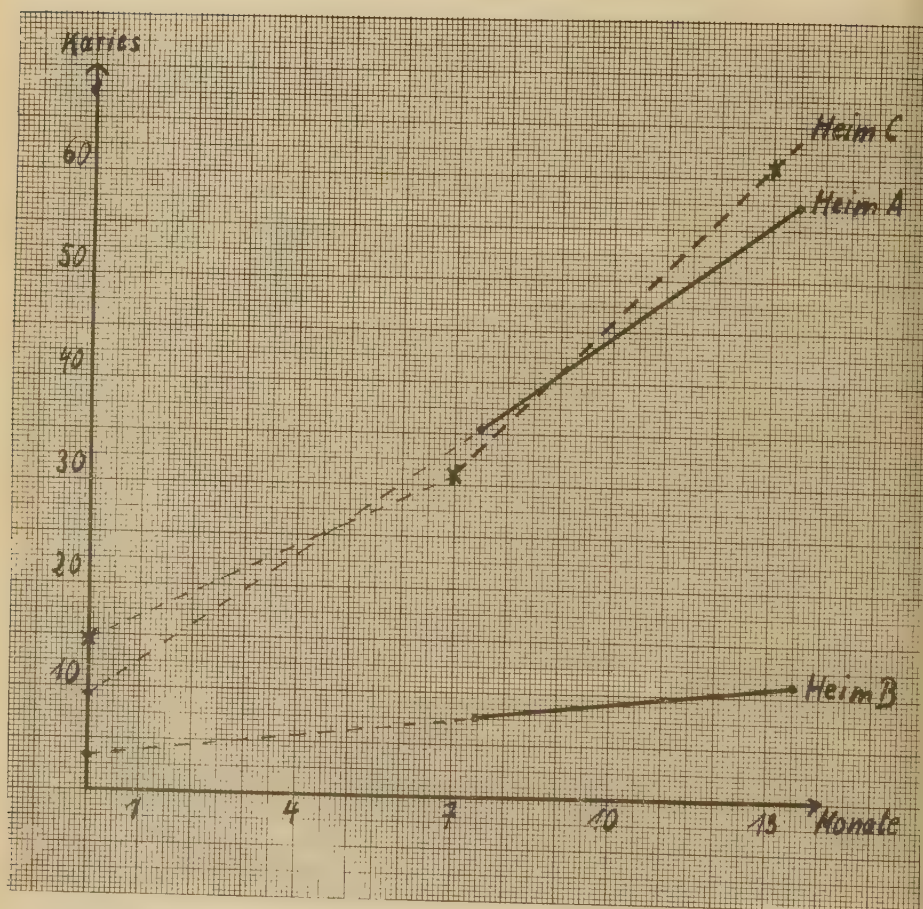
einzeichnen und sichtbar machen zu können, haben wir die Progredienz verlassen und nur den Zuwachs des mittleren Karieswertes je Kind in Skizze Nr. 4 festgehalten. Die Eingangswerte wurden an der Ordinate eingezeichnet und bei den Werten nach 7 bzw. 7,5 und 13 bzw. 13,5 Monaten hinzugezählt. Die Werte der Zwischenuntersuchungen nach 10,5 bzw. 11,5 Monaten wurden herausgelassen. Das geschah mit Rücksicht auf die statistische Prüfung, die wir an Hand der Skizze Nr. 4 vornahmen. Die statistische Berechnung erwies sich als notwendig; denn wir haben es bei diesen Untersuchungsergebnissen mit subjektiven Befunden zu tun. Da wir eine subjektive Beurteilung vermeiden und zu einer objektiven Beurteilung gelangen wollten, liess sich ein statistisches Prüfverfahren nicht umgehen.

V. Die statistische Prüfung.*

Bei den folgenden Berechnungen haben wir uns im wesentlichen auf die Heime A und C beschränken müssen. Wie bereits vorher erwähnt wurde, stehen in den Heimen A und C die Kinder im Alter zwischen 7 und 15 Jahren, während im Heim B die Insassen nur 2,5 bis 6 Jahre alt sind. Wegen

* Der statistische Teil hat die Zustimmung von Herrn Prof. Koller, Statistisches Bundesamt in Wiesbaden, gefunden.

Darstellung des Zuwachses des mittleren Karieswertes
je Kind.



Skizze Nr. 4

Werte: Heim A: 9,3; 35,3; 57,3; (mit Fluor)
Heim B: 3,4; 7,7; 11,1; (mit Fluor)
Heim C: 14,6; 31,1; 60,9; (ohne Fluor)

des gleichen Alters können wir daher in den Heimen A und C die annähernd gleiche Kariesfrequenz erwarten und beide Heime miteinander vergleichen. Heim B kann nur in zweiter Linie zum Vergleich herangezogen werden. Wir gingen so vor, dass wir zuerst prüften, ob zwischen den Heimen A und C im ersten Zeitraum, in dem der physiologische Karieszustand bestimmt wurde, ein Unterschied besteht. Hierbei war für uns nur der Zuwachs an Karies im jeweiligen Heim von Interesse. Danach kontrollierten wir, wie weit sich die Vergrösserung des Karieszuwachses des Heimes C in der zweiten Beobachtungshälfte gegenüber der ersten sichern lässt. Bei Heim A dagegen untersuchten wir, ob der äusserst geringe Anstieg des Karieszuwachses gesichert oder nur zufällig ist. In diesem Teil der Statistik haben wir auch den Karieszuwachs im Heim Heim B wie bei Heim A untersucht. Es sollte festgestellt werden, ob sich zwischen den Heimen A und B Parallelen ergeben. Zuletzt - um zu einer zusätzlichen Sicherheit zu gelangen - berechneten wir, in welchem Ausmass eine Differenz zwischen dem Unterschied des Karieszuwachses im zweiten und ersten Zeitraume des Heimes C und dem entsprechenden Unterschied des Heimes A besteht.

Bewertungsreihe: 2,5,10,15

- a) Der mittlere Karieszuwachs je Kind in den ersten 7,5 Monaten beträgt für die Kinder des Heimes A 26,0 (mtl. Zuwachs 3,5); der Zuwachs der Kinder des Heimes C in

den ersten 7 Monaten beträgt 16,5 (mtl. Zuwachs 2,3). Beide Heime benutzten in dieser Zeit Zahnpasta ohne Fluor. Die Kinder des Heimes A zeigen eine wesentlich grössere Zunahme, die nicht als zufällig angesprochen werden kann. Es soll nun geprüft werden, ob der Unterschied der beiden Heime bezüglich des monatlichen Karieszuwachses statistisch gesichert ist. (24)

Heim C : $N_1 = 47$ Kinder $N = 70$

Heim A : $N_2 = 23$ Kinder $M = 2$

Mittlerer monatl. Karieszuwachs Heim C $\bar{x}_1 = 2,3$

" " " " " " Heim A $\bar{x}_2 = 3,5$

Der Ausdruck

$$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{s} \cdot \sqrt{\frac{N_1 N_2}{N_1 + N_2}}$$

mit
$$s^2 = \frac{\sum (\bar{x}_{1i} - \bar{x}_1)^2 + \sum (\bar{x}_{2i} - \bar{x}_2)^2}{N_1 + N_2 - 2}$$

(Formeln 3 und 4 von Seite 27 der Literaturangabe Nr.24).

ist in ganz bestimmter Weise verteilt. Die Verteilung hängt nur von dem Freiheitsgrad der Streuung s^2 ab.

Benutzt man die Werte $t_{0,05}$ und $t_{0,01}$ um zu entscheiden, ob ein Unterschied gesichert ist oder nicht, so muss man in Kauf nehmen, dass man, auch wenn im Grunde kein wesentlicher Unterschied vorliegt, in 5 % oder 1 % der Fälle irrtümlicherweise auf einen gesicherten Unterschied schliesst.

In unserem Falle berechnet sich t folgendermassen:

$$s^2 = \frac{114,5 + 151,1}{68} = 3,9$$

$$s = 2,0$$

$$t = \frac{1,2}{2,0} \sqrt{\frac{47 \cdot 23}{70}} = 2,2$$

Für $t > 2,0$ ist der Unterschied mit einer Sicherheitsschwelle $< 5\%$ gesichert.

Für $t = 2,2$ beträgt die Sicherheitsschwelle ca 4% .

- b) Die Kinder des Heimes C zeigten in den ersten 7 Monaten einen mittleren Karieszuwachs von 16,5 (mtl. Zuwachs 2,3) in den darauffolgenden 6 Monaten einen mittleren Zuwachs von 29,8 (mtl. Zuwachs 5,0.) Der Anstieg des Karieszuwachses ist nicht zufällig, sondern lässt sich statistisch sichern.

Im ersten Zeitraum untersuchte Kinder: $N_1 = 47$ $N = 90$

Im zweiten Zeitraum untersuchte Kdr. : $N_2 = 44$ $M = 2$

Mtl. Zuwachs im ersten Zeitraum $\bar{x}_1 = 2,3$

Mtl. Zuwachs im zweiten Zeitraum $\bar{x}_2 = 5,0$

Berechnung von t :

$$s = \sqrt{\frac{114,5 + 333,5}{89}} = 2,2$$

$$t = \frac{2,7}{2,2} \sqrt{\frac{47 \cdot 44}{91}} = 5,7$$

Für $t > 2,7$ ist der Unterschied mit einer Sicherheitsschwelle $< 1\%$ gesichert.

Für $t = 5,7$ ist die Wahrscheinlichkeit, dass man irrtümlich auf einen gesicherten Unterschied schliesst,

wesentlich kleiner als 1 %. Im normalen Falle (ohne Fluor) ist also ein gesichertes Ansteigen des Karieszuwachses zu beobachten.

- c) Während ohne Fluor ein gesichertes Ansteigen des monatlichen Karieszuwachses beobachtet wurde, lässt sich bei Kindern, die Zahnpasta mit Fluor benutzten, kein gesichertes Ansteigen des monatlichen Zuwachses nachweisen. Der geringfügige Anstieg ist also nur zufällig.

Im ersten Zeitraum untersuchte Kinder $N_1 = 23$ $N = 44$

Im zweiten Zeitraum untersuchte Kinder $N_2 = 21$ $M = 2$

mtl. Zuwachs im ersten Zeitraum $\bar{x}_1 = 3,5$

mtl. Zuwachs im zweiten Zeitraum $\bar{x}_2 = 3,7$

Berechnung von t:

$$s = \sqrt{\frac{151,1 + 242,8}{42}} = 3,1$$

$$t = \frac{0,2}{3,1} \sqrt{\frac{23 \cdot 21}{44}} = 0,2$$

Für $t < 2,0$ beträgt die Sicherheitsschwelle $> 5 \%$.

Der geringfügige Anstieg des Karieszuwachses lässt sich hier also nicht sichern.

In gleicher Weise ist bei den Kindern des Heimes B, die ebenfalls in der zweiten Beobachtungshälfte mit Fluor behandelt wurden, kein Ansteigen des Karieszuwachses zu beobachten. Der Karieszuwachs pro Monat blieb konstant und hatte folgende Werte :

Mtl. Zuwachs im ersten Zeitraum $\bar{x}_1 = 0,6$

Mtl. Zuwachs im zweiten Zeitraum $\bar{x}_2 = 0,6$

Der Ausdruck t wird hier zu "Null" wegen des gleichen Zuwachses im ersten und zweiten Zeitabschnitt.

$$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{s} \sqrt{\quad} = \frac{0,6 - 0,6}{s} \sqrt{\quad} = 0$$

- d) Es soll gezeigt werden, dass zwischen dem Unterschied des Karieszuwachses im zweiten und im ersten Zeitraum des Heimes C und dem entsprechenden Unterschied des Heimes A eine gesicherte Differenz herrscht.

Heim C : $N_1 = 44$ Kinder $N = 65$

Heim A : $N_2 = 21$ Kinder $M = 2$

In diesem Falle berechnet sich t folgendermassen:

$$s = \sqrt{\frac{6268,69 + 15425,76}{63}} = 18,6$$

$$t = \frac{13,2 - (-4,3)}{18,6} \cdot \sqrt{\frac{21 \cdot 44}{65}} = 3,4$$

Für $t > 2,7$ ist der Unterschied gesichert mit einer Sicherheitsschwelle von $< 1 \%$.

Für $t = 3,4$ ist die Wahrscheinlichkeit, dass man irrtümlich auf einen gesicherten Unterschied schliesst, noch geringer als 1% .

(Die Tabellen zur Statistik mit der Bewertungsreihe 2, 5, 10, 15 befinden sich auf den nun folgenden Seiten).

Bewertungsreihe 2, 5, 10, 15

Heim C (ohne Fluor)

$$x_{1i} = \Delta x_{1i}; (\Delta x_{1i} - \bar{\Delta x}_1); (\Delta x_{1i} - \bar{\Delta x}_1)^2; x_{2i}; \Delta x_{2i} = x_{2i} - x_{1i}; (\Delta x_{2i} - \bar{\Delta x}_2); (\Delta x_{2i} - \bar{\Delta x}_2)^2$$

9	7,5	56,25	25	16	13,8	190,4
10	6,5	42,25	32	22	7,8	60,8
31	14,5	210,25	57	26	3,8	14,4
12	4,5	20,25	40	28	1,8	3,2
32	15,5	240,25	49	17	12,8	163,8
14	2,5	6,25	75	61	31,2	973,4
2	14,5	210,25	9	7	22,8	519,8
10	6,5	42,25	74	64	34,2	1169,7
17	0,5	0,25	42	35	5,2	27,1
18	1,5	2,25	49	31	1,2	1,4
25	8,5	72,25	81	56	62,2	686,4
10	6,5	42,25	52	42	12,2	148,8
2	14,5	210,25	18	16	13,8	190,4
28	11,5	132,25	49	21	8,8	77,4
2	14,5	210,25	--	--	--	--
28	11,5	132,25	37	9	20,8	432,6
22	5,5	30,25	50	28	1,8	3,24
0	16,5	272,25	39	39	9,2	84,6
17	0,5	0,25	51	34	4,2	17,6
2	14,5	210,25	38	36	6,2	38,4
34	17,5	306,25	75	41	21,2	449,4
19	2,5	6,25	45	26	3,8	14,4
15	1,5	2,25	56	41	11,2	125,4
20	3,5	12,25	81	61	31,2	973,4
30	13,5	282,25	57	27	2,8	7,8
42	25,5	650,25	52	10	19,8	392,0
6	10,5	110,25	8	2	27,8	772,8
0	16,5	272,25	31	31	1,2	1,4
12	4,5	20,25	41	29	0,8	0,6
2	14,5	210,25	29	27	2,8	7,8
25	8,5	72,25	44	19	10,8	116,6
12	4,5	20,25	56	44	14,2	201,6
24	7,5	56,25	36	12	17,8	316,8
4	12,5	156,25	18	14	15,8	249,7
47	30,5	930,25	91	44	14,2	201,6
17	0,5	0,25	64	47	17,2	295,8
26	9,5	90,25	--	--	--	--
17	0,5	0,25	30	13	16,8	282,2
15	1,5	2,25	39	24	5,8	33,6
3	13,5	182,25	9	6	23,8	566,4
24	7,5	56,25	98	74	44,2	1953,6
17	0,5	0,25	39	22	7,8	60,8
14	2,5	6,25	44	30	0,2	0,0
18	1,5	2,25	--	--	--	--
14	2,5	6,25	53	39	9,2	84,6
15	1,5	2,25	35	20	9,8	96,1
13	3,5	12,25	44	31	1,2	1,4
776		5611,75	2042	1312		12009,2

Mittelwerte:

$$16,5 = \bar{\Delta x}_1$$

mtl. Mittelwerte:

2,3

$$\frac{5611,75}{3^2} = 199,5$$

$$46,4$$

$$3,6$$

$$29,8 = \bar{\Delta x}_2$$

$$5,0$$

$$\frac{12009,2}{6^2} = 333,5$$

Bewertungsreihe 2, 5, 10, 15

Heim A (mit Fluor)

$$x_{1i} = \Delta x_{1i}; (\Delta x_{1i} - \bar{\Delta x}_1); (\Delta x_{1i} - \bar{\Delta x}_1)^2 \quad x_{2i}; \Delta x_{2i} = x_{2i} - x_{1i}; (\Delta x_{2i} - \bar{\Delta x}_2); (\Delta x_{2i} - \bar{\Delta x}_2)^2$$

31	5	25	61	30	8	64
27	1	1	29	2	20	400
33	7	49	43	10	12	144
8	18	324	--	--	--	--
4	22	484	22	18	4	16
0	26	676	0	0	22	484
22	4	16	24	2	20	400
37	11	121	65	28	6	36
7	19	361	13	6	16	256
62	36	1296	117	55	33	1089
63	37	1369	100	37	15	225
10	16	256	30	20	2	4
32	6	36	81	49	25	625
22	4	16	22	0	22	484
0	26	676	4	4	18	324
53	27	729	131	78	96	3136
14	12	144	44	30	8	64
13	13	169	15	2	20	400
44	18	324	77	33	11	121
2	24	576	14	12	10	100
53	27	729	63	10	12	144
25	1	1	62	37	15	225
37	11	121	--	--	--	--
599		8499	1017	463		8741

$$\sum (\Delta x_i - \bar{\Delta x}_1)^2$$

Mittelwerte:

$$26,0 = \bar{\Delta x}_1$$

$$48,4 \quad 22,0 = \bar{\Delta x}_2$$

mtl. Mittelwerte:

$$3,5$$

$$3,6 \quad 3,7$$

$$\frac{8499}{7,5^2} = 151,1$$

$$\frac{8741}{6^2} = 242,8$$

Bewertungsreihe 2, 5, 10, 15

Heim B (mit Fluor)

$$x_{1i} = \Delta x_{1i}; (\Delta x_{1i} - \overline{\Delta x_1}); (\Delta x_{1i} - \overline{\Delta x_1})^2; x_{2i}; \Delta x_{2i} = x_{2i} - x_{1i}; (\Delta x_{2i} - \overline{\Delta x_2}); (\Delta x_{2i} - \overline{\Delta x_2})^2$$

0	4,2	17,6	0	0	3,4	11,6
12	7,8	60,8	12	0	8,6	74,0
2	2,2	4,8	4	2	1,4	2,0
2	2,2	4,8	2	0	3,4	11,6
0	4,2	17,6	0	0	3,4	11,6
0	4,2	17,6	4	4	0,6	0,4
5	0,8	0,6	5	0	3,4	11,6
0	4,2	17,6	0	0	3,4	11,6
8	3,8	14,4	26	18	14,6	213,1
0	4,2	17,6	0	0	3,4	11,6
0	4,2	17,6	0	0	3,4	11,6
10	5,8	33,6	0	0	3,4	11,6
0	4,2	17,6	13	3	0,4	0,1
0	4,2	17,6	0	0	3,4	11,6
0	4,2	17,6	0	0	3,4	11,6
4	0,2	0,04	0	0	3,4	11,6
2	2,2	4,8	12	8	4,6	21,2
2	2,2	4,8	2	0	3,4	11,6
0	4,2	17,6	2	0	3,4	11,6
11	6,8	46,3	0	0	3,4	11,6
0	4,2	17,6	14	3	0,4	0,1
6	1,8	3,3	2	2	1,4	2,0
4	0,2	0,04	16	10	6,6	43,6
0	4,2	17,6	6	2	1,4	2,0
4	0,2	0,04	4	4	0,6	0,4
0	4,2	17,6	4	0	3,4	11,6
2	2,2	4,8	0	0	3,4	11,6
45	40,8	1664,6	35	33	29,6	876,1
0	4,2	17,6	52	7	3,6	13,0
2	2,2	4,8	0	0	3,4	11,6
0	4,2	17,6	4	2	1,4	2,0
4	0,2	0,04	0	0	3,4	11,6
2	2,2	4,8	14	10	6,6	43,6
0	4,2	17,6	4	2	1,4	2,0
21	16,8	282,3	9	9	5,6	31,4
0	4,2	17,6	21	0	3,4	11,6
6	1,8	3,2	6	6	2,6	6,8
0	4,2	17,6	8	2	1,4	2,0
2	2,2	4,8	0	0	3,4	11,6
10	5,8	33,6	2	0	3,4	11,6
			14	4	0,6	0,4
166		2480,5	297	132		1556,5

Mittelwerte:

$$4,2 = \overline{\Delta x_1}$$

$$x_2 = 7,6$$

$$3,4 = \overline{\Delta x_2}$$

mtl. Mittelwerte:

$$0,6$$

$$0,6$$

Bewertungsreihe 2, 5, 10, 15

Heim C (ohne Fluor)

Δx_{1i}	Δx_{2i}	$\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}$	$\frac{[(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}) - (\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})]}{(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})}$	$\frac{[(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}) - (\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})]^2}{(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})}$
9	16	7	6,2	38,44
10	22	12	1,2	1,44
31	26	-	18,2	331,24
12	28	16	2,8	7,84
32	17	-	28,2	795,24
14	61	47	33,8	1142,44
2	7	5	8,2	67,24
10	64	54	40,8	1664,64
17	35	18	4,8	23,04
18	31	13	0,2	0,04
25	56	31	17,8	316,84
10	42	32	18,8	353,44
2	16	14	0,8	0,64
28	21	-	20,2	408,04
2	--	--	--	--
28	9	-	32,2	1036,84
22	28	6	7,2	51,84
0	39	39	25,8	665,64
17	34	17	3,8	14,44
2	36	34	20,8	432,64
34	41	7	6,2	38,44
19	26	7	6,2	38,44
15	41	26	12,8	163,84
20	61	41	27,8	772,84
30	27	-	16,2	262,44
42	10	-	45,2	2043,04
6	2	-	17,2	295,84
0	31	31	17,8	316,84
12	29	17	3,8	14,44
2	27	25	11,8	139,24
25	19	-	19,2	368,64
12	44	32	18,8	353,44
24	12	-	25,2	635,04
4	14	10	3,2	10,24
47	44	-	16,2	262,44
17	47	30	16,8	282,24
26	--	--	--	--
17	13	-	17,2	295,84
15	24	9	4,2	17,64
3	6	3	10,2	104,04
24	74	50	36,8	1354,24
17	22	5	8,2	67,24
14	30	16	2,8	7,84
18	--	--	--	--
14	39	25	11,8	139,24
15	20	5	8,2	67,24
13	31	18	4,8	23,04
776	1312	592		15425,76

$$(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}) = 13,2$$

Bewertungsreihe 2, 5, 10, 15

Heim A (mit Fluor)

Δx_{1i}	Δx_{2i}	$\Delta x_{1i} - \Delta x_{2i}$	$\frac{[(\Delta x_{1i} - \Delta x_{2i}) - (\Delta x_{1i} - \Delta x_{2i})]}{(\Delta x_{1i} - \Delta x_{2i})}$	$\frac{[(\Delta x_{1i} - \Delta x_{2i}) - (\Delta x_{1i} - \Delta x_{2i})]^2}{(\Delta x_{1i} - \Delta x_{2i})^2}$
31	30	1	3,3	10,89
27	2	25	20,7	428,49
33	10	23	18,7	349,69
8	--	--	--	--
4	18	- 14	18,3	334,89
0	0	0	4,3	18,49
22	2	20	15,7	246,49
37	28	9	4,7	22,09
7	6	1	3,3	10,89
62	55	7	2,7	7,29
63	37	26	21,7	470,89
10	20	- 10	14,3	204,49
32	49	- 17	21,3	453,69
22	0	22	17,7	313,29
0	4	- 4	8,3	68,89
53	78	- 25	29,3	858,49
14	30	- 16	20,3	412,09
13	2	11	6,7	44,89
44	33	11	6,7	44,89
2	12	- 10	14,3	204,49
53	10	43	38,7	1497,69
25	37	- 12	16,3	265,69
37	--	--	--	--
599	463	91		6268,69

$$\Delta \bar{x}_1 = 26,0$$

$$(\Delta x_{1i} - \Delta x_{2i}) = 4,3$$

$$\Delta \bar{x}_2 = 22,0$$

$$(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}) = -4,3$$

Zur weiteren Sicherung des Untersuchungsbefundes haben wir auch für die Ergebnisse der Kontrollbewertungen 7, 10, 15, 25 und 3, 10, 13, 20 das gleiche statistische Prüfverfahren durchgeführt.

Bewertungsreihe: 7, 10, 15, 25

a) Mittlerer monatl. Karieszuwachs Heim C $\bar{x}_1 = 4,2$

Mittlerer monatl. Karieszuwachs Heim A $\bar{x}_2 = 6,4$

Heim C $N_1 = 47$ Kinder $N = 70$

Heim A $N_2 = 23$ Kinder $M = 2$

Formeln:

$$s^2 = \frac{\sum_i (x_{1i} - \bar{x}_1)^2}{N_1} + \frac{\sum_i (x_{2i} - \bar{x}_2)^2}{N_2}$$

$$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{s} \sqrt{\frac{N_1 \cdot N_2}{N_1 + N_2}}$$

Es soll gezeigt werden, dass der mittlere monatliche Zuwachs der Kinder des Heimes A nicht zufällig grösser ist als in Heim C.

Berechnung von t:

$$s = \sqrt{\frac{494,1 + 342,4}{68}} = 3,5$$

$$t = \frac{2,2}{3,5} \sqrt{\frac{47 \cdot 23}{70}} = 2,4$$

Für $t > 2,0$ ist der Unterschied gesichert mit einer Sicherheitsschwelle von $< 5\%$.

Für $t = 2,4$ beträgt die Sicherheitsschwelle ca 3% .

b) Heim C

Es soll gezeigt werden, dass der Anstieg des Karieszuwachses nicht zufällig ist.

Mittlerer monatl. Karieszuwachs im ersten Zeitraum $\bar{x}_1 = 4$

Mittlerer monatl. Karieszuwachs im zweiten Zeitraum $\bar{x}_2 = 8$,

Im ersten Zeitraum untersuchte Kinder $N_1 = 47$ $N = 91$

Im zweiten Zeitraum untersuchte Kinder $N_2 = 44$ $M = 2$

Berechnung von t:

$$s = \sqrt{\frac{342,4 + 877,9}{89}} = 3,7$$

$$t = \frac{4,5}{3,7} \cdot \sqrt{\frac{47 \cdot 44}{91}} = 5,7$$

Für $t > 2,7$ ist der Unterschied gesichert mit einer Sicherheitsschwelle $< 1\%$.

c) Heim A

Während ohne Fluor (Heim C) ein gesichertes Ansteigen des Karieszuwachses beobachtet wurde, nimmt hier in der zweiten Beobachtungshälfte, in der Zahnpasta mit Fluor benutzt wurde, der monatliche Karieszuwachs sogar etwas ab, wenngleich sich dieses geringfügige Abnehmen nicht statistisch sichern lässt. ($t = 0,06$)

Mtl. Zuwachs im ersten Zeitraum $\bar{x}_1 = 6,4$

Mtl. Zuwachs im zweiten Zeitraum $\bar{x}_2 = 6,3$

Heim B

Mtl. Zuwachs im ersten Zeitraum $\bar{x}_1 = 1,5$

Mtl. Zuwachs im zweiten Zeitraum $\bar{x}_2 = 1,0$

Das Ergebnis des Heimes B ist analog dem Ergebnis des Heimes A.

- d) Zwischen dem Unterschied des Karieszuwachses im zweiten und ersten Zeitraum des Heimes C und dem entsprechenden Unterschied des Heimes A herrscht eine gesicherte Differenz.

Heim C : $N_1 = 44$ Kinder $N = 65$

Heim A : $N_2 = 21$ Kinder $M = 2$

Berechnung von t:

$$s = \sqrt{\frac{24450,29 + 50445}{63}} = 34,5$$

$$t = \frac{21,5 - (-10,3)}{34,5} \sqrt{\frac{21 \cdot 44}{65}} = 3,4$$

Für $t > 2,7$ ist der Unterschied gesichert mit einer Sicherheitsschwelle von $< 1\%$.

(Die Tabellen zur Statistik mit der Bewertungsreihe 7, 10, 15, 25 befinden sich auf den nun folgenden Seiten).

Bewertungsreihe 7, 10, 15, 25

Heim C (ohne Fluor)

$$x_{ii} = \Delta x_{ii}; (\Delta x_{ii} - \overline{\Delta x_1}); (\Delta x_{ii} - \overline{\Delta x_1})^2; x_{ii}; \Delta x_{ii} = x_{ii} - x_{1i}; (\Delta x_{ii} - \overline{\Delta x_2}); (\Delta x_{ii} - \overline{\Delta x_2})^2$$

24	5,6	31,4	60	36	16	256
20	9,6	92,2	42	22	30	900
21	8,6	74,0	57	36	16	256
22	7,6	57,8	60	38	14	196
57	27,4	750,8	89	32	20	400
39	9,4	88,4	125	86	34	1156
7	22,6	510,8	17	10	42	1764
15	14,6	213,2	129	114	62	3844
32	2,4	5,8	72	40	12	144
23	6,6	43,6	104	81	29	841
35	5,4	29,2	136	101	49	2401
10	19,6	384,2	64	54	2	4
7	22,6	510,8	63	56	4	16
48	18,4	338,6	99	51	1	1
7	22,6	510,8	---	---	---	---
63	33,4	1115,6	82	19	33	1089
37	7,4	54,8	80	43	9	81
0	29,6	876,2	74	74	22	484
32	2,4	5,8	76	44	8	64
7	22,6	510,8	78	71	19	361
59	29,4	864,4	120	61	9	81
19	20,6	424,4	75	56	4	16
25	4,6	21,2	101	76	24	576
35	5,4	29,2	131	96	44	1936
55	25,4	645,2	127	72	20	400
59	29,4	864,4	69	10	42	1764
21	8,6	74,0	28	7	45	2025
0	29,6	876,2	61	61	9	81
22	7,6	57,8	76	54	2	4
7	22,6	510,8	54	47	5	25
40	10,4	108,2	79	39	13	169
22	7,6	57,8	101	79	27	729
64	34,4	1183,4	76	12	40	1600
14	15,6	243,4	53	39	13	169
82	52,4	2745,8	146	64	12	144
32	2,4	5,8	99	67	15	225
36	6,4	40,9	---	---	---	---
52	22,4	501,8	70	18	34	1156
20	9,6	92,2	64	44	8	64
3	26,6	707,6	24	21	31	961
49	19,4	376,4	168	119	67	4489
32	2,4	5,8	69	37	15	225
29	0,6	0,4	94	65	13	169
23	6,6	43,6	---	---	---	---
29	0,6	0,4	83	54	2	4
25	4,6	21,2	60	35	17	289
38	8,4	70,6	84	46	6	36

1389	16777,7	3619	2287	31605
------	---------	------	------	-------

Mittelwerte:

$$29,6 = \overline{\Delta x_1}$$

mtl. Mittelwerte:

$$4,2$$

$$\frac{16777,7}{72} = 342,4$$

$$\overline{x_2} = 82,2$$

$$6,3$$

$$52,0 = \overline{\Delta x_2}$$

$$8,7$$

$$\frac{31605}{36} = 877,9$$

Bewertungsreihe 7, 10, 15, 25

Heim A (mit Fluor)

$$X_{1i} = \Delta X_{1i}; (\Delta X_{1i} - \overline{\Delta X_1}); (\Delta X_{1i} - \overline{\Delta X_1})^2; \quad X_{2i}; \Delta X_{2i} = X_{2i} - \overline{X_2}; (\Delta X_{2i} - \overline{\Delta X_2}); (\Delta X_{2i} - \overline{\Delta X_2})^2$$

61	13	169	111	50	12,2	148,8
47	1	1	54	7	30,8	948,6
48	0	0	63	15	22,8	519,9
28	20	400	--	--	--	--
14	34	1156	77	63	25,2	635,0
0	48	2304	0	0	37,8	1428,8
37	11	121	44	7	30,8	948,6
67	19	361	110	43	5,2	27,0
17	31	961	38	21	16,8	282,3
107	59	3481	197	90	52,2	2724,8
123	75	5625	185	62	24,2	585,6
15	33	1089	50	35	2,8	7,8
57	9	81	146	89	51,2	2621,4
37	11	121	37	0	37,8	1428,8
0	48	2304	14	14	23,8	566,4
88	40	1600	211	123	85,2	7259,0
29	19	361	74	45	7,2	51,8
18	30	900	25	7	30,8	948,6
89	41	1681	137	48	10,2	104,0
7	41	1681	29	22	15,8	249,6
103	55	3025	118	15	22,8	519,8
45	3	9	82	37	0,8	0,6
67	19	361	--	--	--	--

1104 27792 1802 793 22007,2

Mittelwerte:

$$48,0 = \Delta \bar{X}_1 \quad \bar{X}_2 = 85,8 \quad 37,8 = \Delta \bar{X}_2$$

mtl. Mittelwerte:

6,4 6,35 6,3

$$\frac{27792}{7,5^2} = 494,1$$

$$\frac{22007,2}{6^2} = 611,3$$

Bewertungsreihe 7, 10, 15, 25

Heim C (ohne Fluor)

Δx_{1i}	Δx_{2i}	$\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}$	$\frac{(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})}{(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})}$	$\frac{[(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}) - (\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})]^2}{- (\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})}$
24	36	12	9,5	90,25
20	22	2	19,5	380,25
21	36	15	6,5	42,25
22	38	16	5,5	30,25
57	32	- 25	46,5	2162,25
39	86	47	25,5	650,25
7	10	- 3	24,5	600,25
15	114	99	77,5	6006,25
32	40	8	13,5	182,25
23	81	58	36,5	1332,25
35	101	66	44,5	1980,25
10	54	44	22,5	506,25
7	56	49	27,5	756,25
48	51	3	18,5	342,25
7	--	--	--	--
63	19	- 44	65,5	4290,25
37	43	6	15,5	240,25
0	74	74	52,5	2756,25
32	44	12	9,5	90,25
7	71	64	42,5	1806,25
59	61	2	19,5	380,25
19	56	37	15,5	240,25
25	76	51	29,5	870,25
35	96	61	39,5	1560,25
55	72	17	4,5	20,25
59	10	- 49	70,5	4970,25
21	7	- 14	34,5	1190,25
0	61	61	39,5	1560,25
22	54	32	10,5	110,25
7	47	40	18,5	342,25
40	39	- 1	22,5	506,25
22	79	57	35,5	1260,25
64	12	- 52	73,5	5402,25
14	39	25	3,5	12,25
82	64	- 18	39,5	1560,25
32	67	35	13,5	182,25
36	--	--	--	--
52	18	- 34	55,5	3080,25
20	44	24	2,5	6,25
3	21	18	3,5	12,25
49	119	70	48,5	2352,25
32	37	5	16,5	42,25
29	65	36	14,5	210,25
23	--	--	--	--
29	54	25	3,5	12,25
25	35	10	11,5	132,25
38	46	8	13,5	182,25

1389

2287

949

50445,00

$$(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}) = 21,5$$

Bewertungsreihe 7, 10, 15, 25

Heim A (mit Fluor)

Δx_{1i}	Δx_{2i}	$\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}$	$\frac{[(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}) - (\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})]}{(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})}$	$\frac{[(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}) - (\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})]^2}{-(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})}$
61	50	- 11	0,7	0,49
47	7	- 40	29,7	882,09
48	15	- 33	22,7	515,29
28	--	--	--	--
14	63	49	59,3	3516,49
0	0	0	10,3	106,09
37	7	- 30	19,7	388,09
67	43	- 24	13,7	187,69
17	21	4	14,3	204,49
107	90	- 17	6,7	44,89
123	62	- 61	50,7	2570,49
15	35	20	30,3	918,09
57	89	32	42,3	1789,29
37	0	- 37	26,7	712,89
0	14	14	24,3	690,49
88	123	35	45,3	2052,09
29	45	16	26,3	691,69
18	7	- 11	0,7	0,49
89	48	- 41	30,7	942,49
7	22	15	25,3	640,09
103	15	- 88	77,7	7691,29
45	37	- 8	2,3	5,29
67	--	--	--	--

1104

793

- 216

24450,29

$$(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}) = -10,3$$

Bewertungsreihe 3, 10, 13, 20

a) Mittlerer monatl. Karieszuwachs Heim C $\bar{x}_1 = 3,1$

Mittlerer monatl. Karieszuwachs Heim A $\bar{x}_2 = 4,9$

Heim C $N_1 = 47$ Kinder $N = 70$

Heim A $N_2 = 23$ Kinder $M = 2$

Berechnung von t:

Formeln:

$$s^2 = \frac{\sum_i (x_{1i} - \bar{x}_1)^2 + \sum_i (x_{2i} - \bar{x}_2)^2}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{s} \sqrt{\frac{N_1 N_2}{N_1 + N_2}}$$

$$s = \sqrt{\frac{203,2 + 304,8}{68}} = 2,7$$

$$t = \frac{1,8}{2,7} \sqrt{\frac{47 \cdot 23}{70}} = 2,6$$

Für $t > 2,0$ ist dieser Unterschied gesichert mit einer Sicherheitsschwelle von $< 5 \%$.

Für $t = 2,7$ beträgt die Sicherheitsschwelle 1% .

Hier, für $t = 2,6$ ist die Sicherheitsschwelle ca 1% .

Es ist interessant, dass die Sicherheitsschwelle dieses Unterschiedes für die einzelnen Bewertungsreihen etwas schwankt. Zuerst war sie 4% , dann ca 3% und hier gar nur ca 1% , es ist aber hier der relative Unterschied zwischen den beiden Mittelwerten am grössten, bei der Reihe 2, 5, 10, 15 war er am kleinsten.

b) Heim C

$$\bar{x}_1 = 3,1 \quad N_1 = 47 \quad N = 91$$

$$\bar{x}_2 = 6,9 \quad N_2 = 44 \quad M = 2$$

Berechnung von t:

$$s = \sqrt{\frac{203,2 + 673,8}{89}} = 3,1$$

$$t = \frac{3,8}{3,1} \sqrt{\frac{47 \cdot 44}{91}} = 5,8$$

Für $t > 2,7$ ist der Unterschied gesichert mit einer Sicherheitsschwelle $< 1\%$.

c) Heim A

$$\bar{x}_1 = 4,9 \quad N_1 = 23 \quad N = 44$$

$$\bar{x}_2 = 5,0 \quad N_2 = 21 \quad M = 2$$

Der geringfügige Anstieg ist nur zufällig und statistisch nicht gesichert ($t = 0,08$).

Heim B

$$\bar{x}_1 = 0,9$$

$$\bar{x}_2 = 0,9$$

Der Karieszuwachs pro Monat blieb konstant. Der Ausdruck t wird hier wieder zu "Null" wegen des gleichen Zuwachses im ersten und zweiten Zeitraum.

$$\text{d) Heim A } N_2 = 21 \quad N = 65 \quad \text{Heim A } \bar{x}_1 = -7,6$$

$$\text{Heim C } N_1 = 44 \quad M = 2 \quad \text{Heim C } \bar{x}_2 = 20$$

Berechnung von t:

$$s = \sqrt{\frac{12079,96 + 31210}{63}} = 26,2$$

$$t = \frac{20 - (-7,6)}{26,2} \sqrt{\frac{44 \cdot 21}{65}} = 3,9$$

Der Unterschied des Zuwachses der Karies im zweiten und ersten Zeitraum des Heimes C ist gegenüber dem Unterschied des Heimes A für $t > 2,7$ mit einer Sicherheitsschwelle von $< 1\%$ gesichert.

Bewertungsreihe 3, 10, 13, 20

Heim C (ohne Fluor)

$$x_{1i} = \Delta x_{1i}; (\Delta x_{1i} - \overline{\Delta x_1}); (\Delta x_{1i} - \overline{\Delta x_1})^2; x_{2i}; \Delta x_{2i} = x_{2i} - x_{1i}; (\Delta x_{2i} - \overline{\Delta x_2}); (\Delta x_{2i} - \overline{\Delta x_2})^2$$

16	5,5	30,25	28	12	29,6	876,2
14	7,5	56,25	30	16	25,6	655,4
9	12,5	156,25	46	37	4,6	21,2
16	5,5	30,25	52	36	5,6	31,4
43	21,5	462,25	66	23	18,6	345,9
23	1,5	2,25	102	79	37,4	1398,8
3	18,5	342,25	16	13	28,6	817,9
13	8,5	72,25	105	92	50,4	2540,2
23	1,5	2,25	56	33	8,6	73,9
20	1,5	2,25	64	44	2,4	5,8
26	4,5	20,25	101	75	33,4	1115,6
6	15,5	240,25	57	51	9,4	88,4
3	18,5	342,25	27	24	17,6	309,8
35	13,5	182,25	71	36	5,6	31,4
3	18,5	342,25	--	--	--	--
42	20,5	420,25	51	9	32,6	1062,8
29	7,5	56,25	69	40	1,6	2,6
0	21,5	462,25	56	56	14,4	207,4
23	1,5	2,25	70	47	5,4	29,2
3	18,5	342,25	52	49	7,4	54,8
42	20,5	420,25	99	57	15,4	237,2
19	2,5	6,25	52	33	8,6	73,9
20	1,5	2,25	78	58	16,4	268,9
30	8,5	72,25	123	93	51,4	2641,9
41	19,5	380,25	89	48	6,4	40,9
57	35,5	1260,25	63	6	35,6	1267,4
9	12,5	156,25	12	3	38,6	1489,9
0	21,5	462,25	52	52	10,4	108,2
16	5,5	30,25	55	39	7,6	57,8
3	18,5	342,25	43	40	1,6	2,6
33	11,5	132,25	59	26	15,6	243,4
16	5,5	30,25	75	59	17,4	302,8
34	12,5	156,25	62	28	13,6	184,9
6	15,5	240,25	32	26	15,6	243,4
66	44,5	1980,25	130	64	22,4	501,8
23	1,5	2,25	85	62	20,4	416,2
37	15,5	240,25	--	--	--	--
28	6,5	42,25	48	20	21,6	466,6
13	8,5	72,25	42	29	12,6	158,8
7	14,5	210,25	16	9	32,6	1062,8
33	11,5	132,25	141	108	66,4	4408,9
23	1,5	2,25	52	29	12,6	158,8
19	2,5	6,25	60	41	0,6	0,4
23	1,5	2,25	--	--	--	--
19	2,5	6,25	70	51	9,4	88,4
20	1,5	2,25	50	30	11,6	134,6
22	0,5	0,25	69	47	5,4	29,2
1009		9957,75	2776	1830		24 258,4

Mittelwerte:

$$21,5 = \overline{\Delta x_1}$$

mtl. Mittelwerte:

3,1

$$\frac{9957,75}{7} = 203,2$$

$$\overline{x_2} = 63,1$$

4,9

$$41,6 = \overline{\Delta x_2}$$

6,9

$$\frac{24 258,4}{6} = 673,8$$

Bewertungsreihe 3, 10, 13, 20

Heim A (mit Fluor)

$$x_{1i} = \Delta x_{1i}; (\Delta x_{1i} - \bar{\Delta x}_1); (\Delta x_{1i} - \bar{\Delta x}_1)^2; \quad x_{2i}; \Delta x_{2i} = x_{2i} - x_{1i}; (\Delta x_{2i} - \bar{\Delta x}_2); (\Delta x_{2i} - \bar{\Delta x}_2)^2$$

42	5	25	85	43	13,1	171,6
39	2	4	42	3	26,9	723,6
43	6	36	56	13	16,9	285,6
12	25	625	--	--	--	--
6	31	961	33	27	2,9	8,4
0	37	1369	0	0	29,9	894,0
29	8	64	32	3	26,9	723,6
56	19	361	96	40	10,1	102,0
10	27	729	19	9	20,9	436,8
83	46	2116	156	73	43,1	1857,6
84	47	2209	130	46	16,1	259,2
13	24	576	43	30	0,1	0,0
49	12	144	115	66	36,1	1303,2
29	8	64	29	0	29,9	894,0
0	37	1369	6	6	23,9	571,2
77	40	1600	180	103	73,1	5343,6
19	18	324	98	39	9,1	82,8
17	20	400	20	3	26,9	723,6
76	39	1521	113	37	7,1	50,4
3	34	1156	19	16	13,9	193,2
72	35	1225	85	13	16,9	285,6
40	3	9	97	57	27,1	734,4
53	16	256	--	--	--	--
852		17143	1414	627		15644,4

Mittelwerte:

$$37,0 = \bar{\Delta x}_1$$

$$\bar{x}_2 = 67,3$$

$$29,9 = \bar{\Delta x}_2$$

mtl. Mittelwerte:

$$4,9$$

$$5,0$$

$$5,0$$

$$\frac{17143}{7,5^2} = 304,8$$

$$\frac{15644,4}{6^2} = 434,6$$

Bewertungsreihe 3, 10, 13, 20

Heim C (ohne Fluor)

Δx_{1i} ;	Δx_{2i} ;	$\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}$;	$\frac{(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})}{-(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})}$;	$\frac{[(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}) - 20]}{(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})}]^2$
16	12	- 4	24	576
14	16	2	18	324
9	37	28	8	64
16	36	20	0	0
43	23	- 20	40	1600
23	79	56	36	1296
3	13	10	10	100
13	92	79	59	3481
23	33	10	10	100
20	44	24	4	16
26	75	49	29	841
6	51	45	25	625
3	24	21	1	1
35	36	1	19	361
3	--	--	--	--
42	9	- 33	53	2809
29	40	11	9	81
0	56	56	36	1296
23	47	24	4	16
3	49	46	26	676
42	57	15	5	25
19	33	14	6	36
20	58	38	18	324
30	93	63	43	1849
41	48	7	13	169
57	6	- 51	71	5041
9	3	- 6	26	676
0	52	52	32	1024
16	39	23	3	9
3	40	37	17	289
33	26	- 7	27	729
16	59	43	23	529
34	28	- 8	28	784
6	26	20	0	0
66	64	- 2	22	484
23	62	- 39	19	361
37	--	--	--	--
28	20	- 8	28	784
13	29	16	4	16
7	9	2	18	324
33	108	75	55	3025
23	29	6	14	196
19	41	22	2	4
23	--	--	--	--
19	51	32	12	144
20	30	10	10	100
22	47	25	5	25
1009	1830	982		31210

$$(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}) = 20$$

Bewertungsreihe 3, 10, 13, 20

Heim A (mit Fluor)

Δx_{1i}	Δx_{2i}	$\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}$	$\frac{(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})}{-(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})}$	$\frac{[(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})^2]}{-(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i})}$
42	43	1	8,6	73,96
39	3	- 36	28,4	806,56
43	13	- 30	22,4	501,76
12	--	--	--	--
6	27	21	28,6	817,96
0	0	0	7,4	54,76
29	3	- 26	18,4	338,56
56	40	- 16	8,4	70,56
10	9	- 1	6,6	43,56
83	73	- 10	2,4	5,76
84	46	- 38	30,4	924,16
13	30	17	24,6	605,16
49	66	17	24,6	605,16
29	0	- 29	21,4	457,96
0	6	6	13,6	184,96
77	103	26	33,6	1128,96
19	39	20	27,6	761,76
17	3	- 14	6,4	40,96
76	37	- 39	31,4	985,96
3	16	13	20,6	424,36
72	13	- 59	51,4	2641,96
40	57	17	24,6	605,16
53	--	--	--	--

852

627

-160

12079,96

$$(\Delta x_{2i} - \Delta x_{1i}) = -7,6$$

Wir sahen also, dass wir bei allen drei Bewertungsreihen auch bei der statistischen Prüfung zu qualitativ gleichen Ergebnissen kamen.

Im ersten Beobachtungszeitraum, als noch alle Gruppen Zahnpasta ohne Fluor benutzten, zeigt das Heim A einen - bei den verschiedenen Bewertungsreihen mit verschiedener Sicherheitsschwelle gekennzeichneten - a u f f ä l l i g e n grösseren Zuwachs an Karies. Man kann also sagen, dass das Heim A anfänglich die grössere Kariesanfälligkeit zeigt.

Bei den Kindern, die während der ganzen Beobachtungszeit Zahnpasta ohne Fluor benutzten (Heim C) zeigte sich ein Ansteigen des Karieszuwachses, der nicht zufällig ist, sondern statistisch g e s i c h e r t ist. Die Sicherheitsschwelle hierfür ist für jede der Bewertungsreihen kleiner als ein Prozent.

Bei den Kindern, die in der zweiten Beobachtungshälfte Zahnpasta mit Fluor benutzten (Heim A) zeigt sich bei der Bewertungsreihe 7, 10, 15, 25, ein geringfügiges Abnehmen des Karieszuwachses, bei den beiden anderen ein kleiner Anstieg. Es konnte gezeigt werden, dass die Änderung des Karieszuwachses nur z u f ä l l i g ist.

Schliesslich zeigte sich, dass zwischen dem Unterschied des zweiten und ersten Beobachtungszeitraumes des Heimes C und dem entsprechenden Unterschied des Zuwachses an Karies

des Heimes A eine g e s i c h e r t e Verschiedenheit besteht. Die Sicherheitsschwelle war hier bei allen drei Berechnungen immer kleiner als ein Prozent.

VI. Diskussion

Es wäre ideal gewesen, wenn wir bei unseren Untersuchungen so wie W i n k l e r u.a. (20) hätten verfahren können. Dieser hatte aus der Vielzahl der untersuchten Personen jeweils zwei Personen gleichen Alters, gleicher Konstitution und mit gleichem Kariesbefall getrennt mit fluorhaltiger und nichtfluorhaltiger Zahnpasta versorgt. Bei der Auswertung wurde dann die Ausbreitung der Karies der beiden in einer Gruppe zusammengefassten Kinder röntgenologisch verglichen. Vorteilhaft für diesen Versuch war, dass sich sämtliche Kinder an dem gleichen Ort unter den gleichen Umweltsbedingungen und Ernährungsbedingungen befanden.

Diese günstigen Voraussetzungen konnten wir aus den schon anfangs erläuterten Gründen nicht schaffen. Trotzdem waren wir bemüht, wenigstens annähernd gleiche Bedingungen herzustellen. Zunächst prüften wir die Ernährungsverhältnisse und konnten feststellen, dass keine wesentlichen Unterschiede in den verschiedenen Heimen bestanden. Es wurde in allen Heimen eine normale Mischkost verabreicht, die vorwiegend aus Gemüse, Obst, Kar-

toffeln, Fleisch, Fisch- und Mehlspeisen bestand. Zur Konstitution wäre zu sagen, dass alle Kinder einen kräftigen, gesunden Eindruck machten und während der ganzen Beobachtungszeit keine konstitutionellen Mängel zeigten. Die Bestätigung hierfür erhielten wir von den Ärzten, die diese Heime betreut haben. Diese teilten uns auch mit, dass in den Heimen, in denen Fluor verabreicht worden war, keinerlei auf einer Fluordarreicherung basierende toxische Erscheinungen beobachtet werden konnten. Obwohl nun die Faktoren Konstitution und Ernährung trotz der verschiedenen Orte, in denen unsere Heime gelgen waren, annähernd gleich waren, haben wir zur Sicherheit erst die Kariesentwicklung ohne Fluormedikation registriert. Dadurch konnten wir weitere Faktoren, wie den Fluorgehalt des Wassers oder den Mineralgehalt der einheimischen Nahrung, die für die Karieshemmung von Bedeutung sind, ausschalten. Da sich diese Faktoren während der Untersuchungszeit kaum geändert haben dürften, kommen sie als Ursachen für eine Änderung der Kariesausweitung nicht in Betracht.

Gruppen zu zwei Kindern liessen sich nicht einrichten, da der Wechsel der Heiminsassen nicht von vornherein zu übersehen war und vorzeitige Abgänge, die häufig vorkamen, die ganze Arbeit hätte stören können. Ausserdem waren die Gruppen für eine solche Einteilung nicht gross genug.

Die von uns entwickelte Bewertung der Karies beruht auf einer vorhergegangenen histologischen Prüfung, in der wir den klinischen Kariesumfang kontrolliert haben. Die zur Sicherung aufgestellten zwei weiteren Bewertungsreihen haben zu gleichen Ergebnissen geführt. Dadurch haben wir mögliche Fehler auch in der Bewertung ausgeschaltet und eine weitgehende Sicherheit der Ergebnisse erlangt.

Dem Einwand, der Untersuchende hätte vielleicht dadurch, dass er wusste, in welchen Heimen fluorhaltige Zahnpasten ausgegeben wurden, unbewusst und ungewollt die Ergebnisse beschönigt, kann auch begegnet werden. Ich habe aus diesem Grunde von der zweiten Untersuchung ab immer einen Kollegen zugezogen, der nur das Protokoll führte. In die Partei habe ich während der Untersuchung keinen Einblick genommen. Die subjektiven Befunde sind statistisch geprüft worden und lassen eine gesicherte objektive Aussage zu.

Wenn wir uns den zusammengefassten Ergebnissen zuwenden, können wir immer wieder eine karieshemmende Wirkung nach Beginn der eigentlichen Putzaktion bei den Gruppen mit Fluor gegenüber der ohne Fluor feststellen. Dieses Ergebnis ist um so eindrucksvoller, als das Heim A anfänglich eine viel grössere Kariesanfälligkeit im Vergleich mit Heim C aufwies. Nach Beginn der Fluor-medikation aber nimmt nicht nur der Zuwachs in Heim A

nicht zu, sondern liegt während des zweiten Teils noch unter dem Zuwachs in Heim C.

Vergleichen wir die Einzelergebnisse, so machen wir eine weitere Feststellung (Seite 40, 41 und 42, Bewertungsreihe 2, 5, 10, 15). Während die Mittelwerte in Heim A und B ein Gleichbleiben des jeweiligen Karieszuwachses zeigten, demonstrierten die Einzelwerte in den Heimen A und B überwiegend Abnahmen des Zuwachses. Die Einzelwerte in Heim A zeigen in 15 von 21 Fällen einen Rückgang des Karieszuwachses, in einem davon ein Verbleiben im Zustand "Null". Bei den anderen sechs Fällen steigt der Zuwachs weiter an. Heim B zeigt bei 30 von 39 Fällen einen Rückgang bzw. ein Gleichbleiben des Zuwachses. Bei den übrigen neun Fällen vergrösserte sich der Zuwachs. Im Heim C zeigen 33 von 44 Kindern einen Anstieg des Zuwachses. Nur 11 Fälle zeigen einen Rückgang. Vergleichen wir Heim A und B als geschlossene Gruppe mit Heim C, so stellen wir fest, dass bei der Fluorgruppe 45 Kinder - das sind $\frac{3}{4}$ aller Heiminsassen - einen Rückgang bzw. ein Gleichbleiben des Karieszuwachses zeigen. Unter dem Begriff "Gleichbleiben" sind 16 Kinder zusammengefasst, von denen 13 von Anbeginn auf "Null" standen. Nur bei 15 Kindern - $\frac{1}{4}$ sämtlicher Heiminsassen - hat sich der Zuwachs vergrössert. Im Heim C ist es genau umgekehrt. Warum bei 15 Kindern der Fluorgruppe keine karieshemmende Wirkung zu verzeichnen ist, liess sich weder durch die zahnärztliche noch durch

die allgemeinärztliche Beobachtung feststellen.

Die bereits zitierten Arbeiten von E i c h l e r und A p p e l (10, 11) haben im Laboratoriums- und Tierversuch gezeigt, dass das Fluorion der BIOX-FLUOR-Zahnpasta in den Zahnschmelz aufgenommen wurde. Von uns wurde versucht, die karieshemmende Wirkung auf klinischem Wege zu überprüfen. Auf Grund unserer Ergebnisse kommen wir zu dem Schluss, dass wir in gewissen Grenzen bei Jugendlichen bis zu 15 Jahren der BIOX-FLUOR-Zahnpasta eine karieshemmende Wirkung nicht absprechen können. Hierzu müssen wir aber bemerken, dass das Pflegepersonal sehr aufmerksam und energisch den Putzvorgang überwacht hat, so dass die nicht ungünstig erscheinenden Ergebnisse eventuell zum Teil aus der intensiven Zahnpflege resultieren.

Die vorliegende Arbeit steht am Anfang einer weitergehenden Versuchsreihe. Weitere Arbeiten sollen die gewonnenen Ergebnisse überprüfen und erweitern. Darin soll unter anderem untersucht werden, ob auch bei anderen Versuchsanordnungen und im Blindversuch ähnliche Werte erzielt werden. Weiterhin werden auch parallel durchgeführte bakteriologische Untersuchungen und chemische Analysen an extrahierten Zähnen als Testmethode geplant. Ferner soll bestimmt werden, wie weit sich diese Ergebnisse auch auf Erwachsenen übertragen lassen. Vor allem aber soll die Zahl der Probanden erweitert

werden, um die Aussage sicherer gestalten zu können.

VII. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit gibt einen Beitrag zur Frage der Wirksamkeit fluorhaltiger Zahnpasten und berichtet über die klinischen Untersuchungen zur karieshemmenden Wirkung der BIOX-FLUOR-Zahnpasta.

Der erste Teil wird eingeleitet mit einer Schilderung der bereits vorliegenden Erkenntnisse über die Aufnahme des Fluors aus fluorhaltigen Zahnpasten. Es folgt dann eine Beschreibung der Untersuchungsmethode und der untersuchten Gruppen. Daran anschliessend wird die von uns entwickelte Bewertung der Karies erläutert, die auf einem Verhältnissystem beruht. Im vierten und fünften Kapitel werden die Ergebnisse vermittelt, aus denen sich folgendes ergibt:

1. Im ersten Beobachtungszeitraum, als noch alle Gruppen Zahnputzmittel ohne Fluor gebrauchten, besteht ein auffälliger Unterschied des Zuwachses der Karies zwischen Heim C und Heim A. Heim A zeigt die grössere Kariesanfälligkeit.
2. Im Heim C, in dem auch in der zweiten Beobachtungshälfte Zahnpasten ohne Fluor benutzt wurden, liegt ein statistisch gesichertes Ansteigen

des Karieszuwachses mit einer Sicherheitsschwelle, die kleiner ist als 1 % im zweiten Beobachtungszeitraum gegenüber dem ersten vor.

3. In den Heimen A und B, die im zweiten Teil fluorhaltige Zahnpasten benutzten, war die sehr geringe Änderung des Zuwachses an Karies in der zweiten Hälfte im Vergleich zur ersten zufälliger Natur.
4. Zwischen dem Unterschied des Karieszuwachses der zweiten und ersten Beobachtungshälfte des Heimes C und dem entsprechenden Unterschied des Heimes A liegt eine gesicherte Verschiedenheit vor. Die Sicherheitsschwelle ist kleiner als 1 %.

In der Diskussion wurde die Versuchsanordnung einer kritischen Erörterung unterzogen und mit der von W i n k l e r u.a. in Vergleich gebracht. Die Ergebnisse wurden nochmals kritisch beleuchtet und dann die Schlussfolgerung gezogen, dass in gewissen Grenzen bei Jugendlichen bis zu 15 Jahren der BIOX-FLUOR-Zahnpasta eine karieshemmende Wirkung nicht abzusprechen ist.

Literaturverzeichnis

- 1) Adler : Über die Beziehungen zwischen
Zahnkaries und Fluoriden.
Joh.Ambros.Barth Verlag Leipzig 1950
- 2) H. Trendley : Fluor zur Kontrolle der Zahnkaries
Dean Quintessenz März 1956
- 3) Stein : Der Einfluss der Fluorpinselung der
Zähne auf die Bakterienflora der
Mundhöhle
Diss. Mainz 1952
- 4) Becker : Über die Einwirkung des innerlich
verabreichten Fluors auf die Keim-
besiedlung der Mundhöhle
Diss. Mainz 1951
- 5) Bibby : Fluoride mouthwashes, fluoride
dentrifices and other uses of fluo-
rides in control of caries
J. Dent. Res. 1948
- 6) Knappwost : Zur Kenntnis der lokalen Fluorierung
durch Fluoride, Fluosilikate und
fluorierte Zahnpasten
DZZ 1952 I. Band S. 681
- 7) Gerike/Kurmies : Der Fluorgehalt von Zahnpasten
Z.R. 61, 1952 H. 15

- 8) Sauerwein : Wirkung fluorhaltiger Zahnpasten
und Mundwasser
Z.P. 55/VI H. 17
- 9) Minoguchi, : Ergebnisse der Kariesprophylaxe
durch Fluor in Japan
Stoma 1954 S. 238 - 239
- 10) Eichler/Appel : Über fluorhaltige Zahnpasta
DZZ 1952 I. Bd. S. 702
- 11) Eichler/Appel : Über Fluoraufnahme in Zähne, die
mit fluorhaltiger Zahnpasta be-
handelt wurden
DZZ 1952 I. Bd. S. 708
- 12) Palazzi : Morphologische Veränderungen des
mit fluorierten Zahnpasten behan-
delten menschlichen Zahnschmelzes
Symposion Pavia 1953
- 13) Palazzi : Die Symposien über Kariesprophylaxe
in Pavia und Rom
Oesterr. Z. f. Stomatol. 1956 S. 113
- 14) Muhler/Radike/
Nebergall/Day : Effect of a stannous fluoride-con-
taining dentrifice on dental caries
in adults
J.Dent.Res. In press.
- 15) Muhler/Radike/
Nebergall/Day : Effect of a stannous fluoride-con-
taining dentrifice on caries reduction
in children
II. Caries experience after one year
J.Americ.Dent. Ass. 1955/50

- 16) Muhler/Radike/
Nebergall/Day : A comparison between the anticario-
genic effect of dentrificates containing
stannous fluoride and sodium fluoride
J. A. D. A. 1955/51
- 17) Shaw : Fluoridation as a public health
measure. Washington, D.C.
American Association for the Ad-
vancement of Science 1954
- 18) Eichler/Appel/
Burschel : Über die Möglichkeiten der Giftwir-
kung einer fluorhaltigen Zahnpasta
DZZ 1955 II. Band S. 1310
- 19) Port-Euler : Lehrbuch der Zahnheilkunde
Zahn- und Mundpflege S. 554
Verlag I.F. Bergmann 1951
- 20) Winkler/Backer : A reproducible method for caries
Dirks/Amerongen evaluation. Test in a therapeutic
experiment with fluorinated dentrifice
Brit. Dent. J. 1953 S. 119
- 21) Rebel : Kariestherapie und Pulpaprophylaxe:
Diagnose des kariösen Prozesses
Carl Hanser Verlag München 1955
- 22) Port-Euler : Lehrbuch der Zahnheilkunde
Die Karies des Schmelzes
Verlag I.F. Bergmann 1951

- 23) Rebel : Kariestherapie und Pulpaprophylaxe:
Caries acuta initialis
Carl Hanser Verlag München 1955
- 24) Linder : Planen und Auswerten von Versuchen
Verlag Birkhäuser Basel/Stuttgart
1953 S. 27

Lebenslauf

Ich, Carl Kraut, wurde am 19.12.1930 als Sohn des Zahnarztes Dr. Carl Kraut aus Hindenburg O/S und seiner Ehefrau Elisabeth, geb. Joachimski in Gleiwitz geboren. Von April 1937 besuchte ich die Reden-Volksschule in Hindenburg und trat im September 1941 in die dortige Königin-Luisen-Oberschule über, an der ich bis zum Einmarsch der Russen im Januar 1945 verblieb. Dann flüchtete meine Mutter mit meinen beiden Schwestern und mir nach Hermsdorf/Kynast im Riesengebirge. Dort erlebten wir das Kriegsende. Im Dezember 1946 wurden wir von den polnischen Behörden, die inzwischen die Verwaltung der deutschen Ostgebiete übernommen hatten, ausgewiesen und gelangten im Januar 1947 nach Apolda in Thüringen, wo ich wieder zur Schule gehen konnte. Im Rahmen der Familienzusammenführung kam ich im September 1947 nach Thurnau/Ofr., wohin mein Vater aus amerikanischer Kriegsgefangenschaft entlassen worden war. Wegen Wohnraummangels besuchte ich von diesem Zeitpunkt die Oberrealschule mit Schülerheim in Hohenschwangau im Allgäu, an der ich am 13. Juli 1950 die Reifeprüfung bestand. Dann begab ich mich nach Obertraubling bei Regensburg, wo mein Vater inzwischen wieder eine zahnärztliche Praxis eröffnet hatte. Im Wintersemester 1950/51 leistete ich an der erweiterten phil. theol. Hochschule in Regensburg einen Aufbaudienst ab und konnte mich zu Beginn des Sommersemesters 1951 als Student

der Zahnheilkunde an dortigen medizinischen Fakultät, die rechtlich die Aussenstelle der Universität München war, immatrikulieren. Dort legte ich nach dem Sommersemester 1952 die zahnärztliche Vorprüfung ab. Vom Wintersemester 1952/53 bis Wintersemester 1954/55 absolvierte an der Universität in Mainz die klinischen Semester des zahnmedizinischen Studiums und bestand da am 14.12.1954 das zahnärztliche Staatsexamen. Seit dem 15.1.1955 bin ich Assistent an der Zahn-, Mund- und Kieferklinik der Universität in Mainz.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Kluczka für die Überlassung des Themas, die Übernahme des Referates und seine beachtenswerten Rat-schläge meinen besonderen Dank zu sagen.

Herrn Prof. Dr. Albers, Ordinarius für therapeutische Chemie an der Universität Mainz schulde ich Dank für seine Unterstützung und die wertvollen Hinweise für diese Arbeit mit ihren vielen und ausgedehnten Vorversuchen. Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. Koller, Statistisches Bundesamt in Wiesbaden für die zuteil gewordenen An-regungen für die statistische Prüfung.

